



# 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 MĚSTSKÉHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON

DESIGN OF AN URBAN ELECTRIC MOTORCYCLE

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Adéla Rýznarová

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

BRNO 2023



## Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav konstruování
Studentka:	<b>Bc. Adéla Rýznarová</b>
Studijní program:	Průmyslový design ve strojírenství
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	<b>doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.</b>
Akademický rok:	2022/23

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 městského motocyklu na elektrický pohon

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Motocykly na elektrický pohon se stávají čím dál více populárnější a díky svému ekologickému charakteru a nízkým provozním nákladům představují perspektivní variantu dopravy především v hustém městském provozu. Zvyšující se poptávka však není reflektovaná nabídkou a jejich design se stále drží vizuální tradice motocyklů se spalovacím motorem. Moderní, inovativní a atraktivní design by mohl zvýšit motivaci potenciálních zákazníků k jejich nákupu a odlehčit tak městskému provozu.

Typ práce: vývojová – designérská

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

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

#### Cíle diplomové práce:

Hlavním cílem práce je navrhnout koncept motocyklu na elektrický pohon. Motocykl bude primárně určen pro každodenní pohyb po městě a jeho blízkém okolí. Důraz by měl být kladen na atraktivní design a splnění funkčních požadavků nutných pro městskou mobilitu.

Díličí cíle diplomové práce:

- analyzovat současnou produkci,
- 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://www.ustavkonstruovani.cz/texty/v-studium-ukoncení/>

### **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 2022/23

V Brně, dne

L. S.

---

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

---

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

## ABSTRAKT

V současné době se čím dál častěji lidé potýkají s problémy týkajícími se příliš husté dopravy. Nejvíce je to znatelné především v městském prostředí, kde se pravidelně potkává velké množství různých dopravních prostředků, zejména osobních automobilů se spalovacím motorem. Jejich nadměrná četnost výrazně ztěžuje dopravní situaci a významně přispívá ke znečištění ovzduší. Tato situace není z dlouhodobého hlediska udržitelná, proto jsou čím dál častěji lidmi vyhledávány ekologičtější alternativy. Jako jedno z možných řešení se nabízí např. částečné nahrazení klasických dopravních prostředků městskými jednostopými vozidly na elektrický pohon, které díky svým kompaktním rozměrům a větší míře ekologičnosti, ulehčují městské dopravě.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Elektrický motocykl, městská mikromobilita, elektrický pohon, design

## ABSTRACT

Nowadays, an increasing number of people are faced with problems related to excessive traffic. This is most noticeable in urban environments, where a large number of different vehicles, especially cars with internal combustion engines, regularly meet. Their excessive number makes the traffic situation much more difficult and contributes significantly to air pollution. This situation is not sustainable in the long term, which is why people are increasingly looking for more environmentally friendly alternatives. One possible solution, for example, is the partial replacement of conventional means of transport by electrically powered urban single-track vehicles, which, thanks to their compact size and greater environmental friendliness, make urban transport easier.

## KEYWORDS

Electric motorcycle, urban micromobility, electric drive, design



## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

RÝZNAROVÁ, Adéla. *Design městského motocyklu na elektrický pohon* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/149421>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí práce Ladislav Křenek.





## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu práce doc. akad. soch. Ladislavu Křenkovi ArtD. za odborné vedení a cenné rady. Taktéž děkuji rodině a přátelům za podporu nejen při studiu.

## PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

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

.....

Podpis autora



# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ</b>	<b>15</b>
2.1	Rešeršní metody	15
2.1.1	Kritéria relevance pro výběr informačních zdrojů	15
2.1.2	Použité sekundární zdroje	15
2.1.3	Rešeršní požadavek a rešeršní strategie	15
2.1.4	Výběr relevantních informačních pramenů	16
2.1.5	Užité metody zpracování dat	17
2.1.6	Sumarizace počtu a druhu vybraných informačních zdrojů	17
2.2	Rešerše na stav techniky	18
2.2.1	Motivační analýza	18
2.2.2	Designérská analýza	20
2.2.3	Technická analýza	31
2.3	Dotazníkové šetření	47
2.3.1	Metoda	47
2.3.2	Výsledky	47
2.3.3	Závěr	49
2.4	Shrnutí hlavních zjištění	49
2.5	Identifikace novosti a příležitostí	50
<b>3</b>	<b>CÍLE PRÁCE</b>	<b>51</b>
3.1	Vymezení problému	51
3.1.1	Název produktu a jeho klasifikace	51
3.1.2	Specifikace zákazníka	51
3.1.3	Specifikace spotřebitele	51
3.1.4	Specifikace trhu, ceny a použitých výrobních technologií	52
3.1.5	Vymezení atributů a cílů produktu	52
3.2	Cíle vývoje	53
<b>4</b>	<b>KONCEPČNÍ NÁVRH</b>	<b>54</b>
4.1	Analýza cílů a specifikace omezení	54
4.2	Technická a funkční analýza	55
4.3	Návrh alternativních řešení	57
4.3.1	Alternativní řešení – Varianta 1	58
4.3.2	Alternativní řešení – Varianta 2	59

4.3.3	Alternativní řešení – Varianta 3	61
4.3.4	Morfologická analýza	62
4.4	<b>Analýza alternativních řešení a výběr nejlepšího</b>	<b>63</b>
4.4.1	Zhodnocení variant	63
<b>5</b>	<b>PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH</b>	<b>65</b>
5.1	Matematický model	65
5.2	Určení tvarů, rozměrů a materiálů	66
5.3	Odhad výrobních nákladů a objemu výroby	69
5.3.1	Odhad ceny	69
5.3.2	Předpokládaný objem výroby	69
<b>6</b>	<b>DETAILNÍ NÁVRH</b>	<b>71</b>
6.1	Tvarové řešení	71
6.1.1	Proporce a kompozice	71
6.1.2	Hlavní kapotáž	73
6.1.3	Sedlová část	76
6.1.4	Hlavní bateriový blok	77
6.1.5	Pohonná jednotka a nabíječka	77
6.1.6	Přední maska	78
6.1.7	Kola a disky	79
6.2	Konstrukční řešení	80
6.2.1	Základní parametry	80
6.2.2	Popis technického řešení stroje	81
6.2.3	Nosná konstrukce a zavěšení kol	82
6.2.4	Pohonné ústrojí	84
6.2.5	Brzdná soustava a rekuperace energie	85
6.2.6	Nabíjení	87
6.2.7	Osvětlení motocyklu	88
6.2.8	Registrační značka	90
6.3	Ergonomické řešení	91
6.3.1	Jezdecká pozice	91
6.3.2	Sedlo	91
6.3.3	Sedlo spolujezdce	93
6.3.4	Boky motocyklu	93
6.3.5	Stupačky jezdce	93
6.3.6	Stupačky spolujezdce	94
6.3.7	Zrcátka	94

6.3.8	Ovladače	95
6.3.9	Sdělovače	95
6.4	Barevné a grafické řešení	97
6.4.1	Barevné řešení	97
6.4.2	Grafické řešení	99
6.5	Bezpečnost	100
6.6	Udržitelnost produktu	101
6.7	Hodnocení klíčových parametrů	101
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b>	<b>103</b>
<b>8</b>	<b>VÝSLEDEK VÝZKUMU PODLE RIV</b>	<b>105</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b>	<b>106</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN</b>	<b>111</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ</b>	<b>112</b>
<b>12</b>	<b>SEZNAM TABULEK</b>	<b>116</b>
<b>13</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>117</b>
<b>14</b>	<b>ZMENŠENÉ POSTERY</b>	<b>118</b>

# 1 ÚVOD

V nynější době zejména města řeší časté problémy s neustále se navyšující hustotou provozu. Ta je zapříčiněna především velkým počtem osobních automobilů, které se ve městech hojně vyskytují, čímž zabraňují plynulému chodu dopravy. Kvůli tomuto stavu se komplikuje situace i samotným řidičům, kteří volí tento typ dopravy nejen z důvodu pohodlí, ale především za účelem přemísťování se na různá místa s vidinou časové úspory. Vysoká četnost dopravních prostředků ve městech ale způsobuje přesný opak. Řidiči se tak potýkají s vysokou pravděpodobností vzniku např. dopravní zácpy obvyklé zvláště v určitých denních hodinách, nebo problémy při hledání vhodného parkovacího místa. To vše je navíc doprovázeno faktem, že se ve většině případů jedná o vozidla se spalovacím motorem, která nejsou zrovna příliš ekologická, způsobují značný hluk a přispívají k znečištění ovzduší.

Dalším často využívaným způsobem dopravy po městě je městská hromadná doprava (MHD), která sice nabízí určité výhody oproti osobním automobilům, ale také některé nevýhody, jako jsou např. omezené časové intervaly jízdy, nepříliš velká pohodlnost, nebo určitá neschopnost se na vybraná cílová místa dostat přímo jen za pomoci MHD.

Výhodnou alternativou může být právě městský motocykl na elektrický pohon, jehož přínos oproti osobním automobilům je zejména v menší velikosti. Díky elektrickému pohonu je ekologičtější a tišší než auta se spalovacím pohonem. Zároveň umožňuje relativně rychlý a svobodný pohyb po městě se zachováním pohodlí řidiče.

## 2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

### 2.1 Rešeršní metody

#### 2.1.1 Kritéria relevance pro výběr informačních zdrojů

Při výběru relevantních informačních zdrojů byly důležitými sledovanými faktory, zejména u odborných článků a publikací, jejich citovanost a také rok vydání. Mezi další vhodné zdroje byly zařazeny např. prameny, které byly vyhodnoceny jako přínosné a užitečné pro zpracování diplomové práce. Naopak byly vyřazeny ty zdroje, jež využívaly totožných nebo neadekvátních informací. Upřednostňovány byly také informační zdroje pocházející z evropského nebo případně amerického prostředí.

#### 2.1.2 Použité sekundární zdroje

Většinou část sekundárních informačních zdrojů tvořily bibliografické databáze, které byly použity pro vyhledávání zejména odborných článků, knižních publikací a patentů. Jednalo se převážně o databáze jako Scopus, Science Direct, Google Scholar, Google Patents a také vyhledávač Primo od VUT. Pro vyhledávání ostatních zdrojů, jako byly firemní katalogy (především v elektronické verzi, v podobě PDF souboru, nebo webová stránka), oficiální webová stránka výrobců, agentury analyzující trh a recenze, byl využit klasický vyhledávač Google.

#### 2.1.3 Rešeršní požadavek a rešeršní strategie

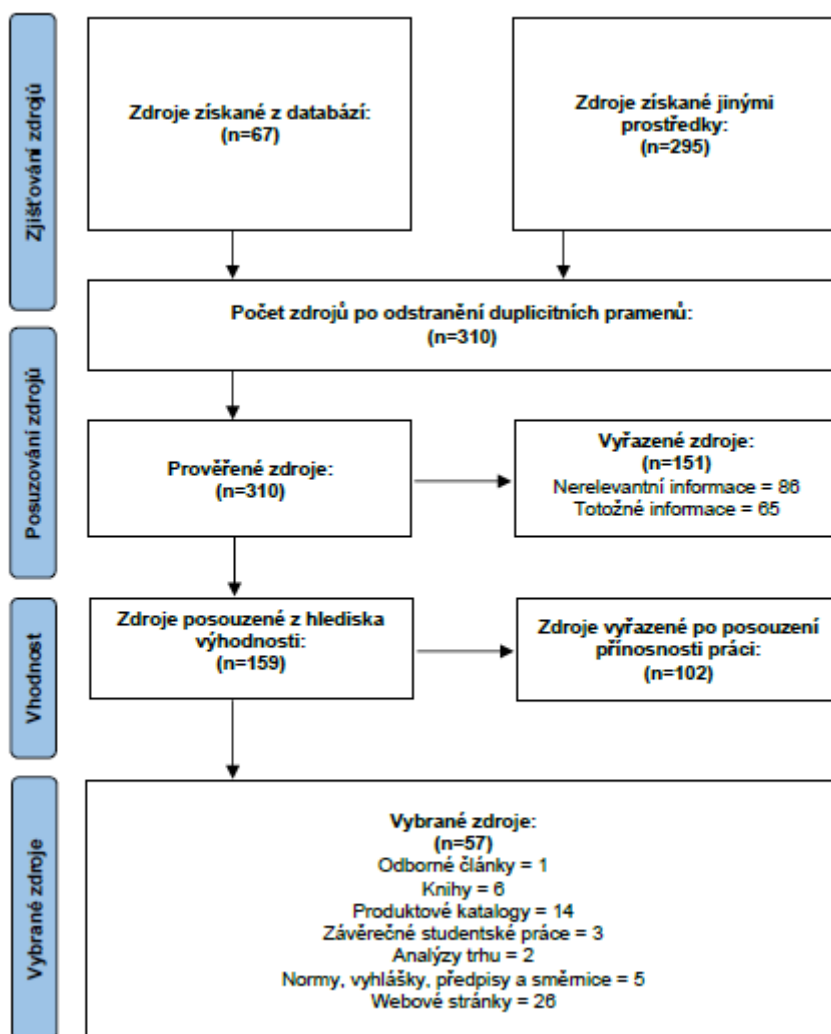
Před samotným hledáním relevantních zdrojů byla důležitá formulace rešeršních požadavků, což zahrnovalo definování konkrétních klíčových slov. Mezi hlavní klíčová slova a sousloví patřila: „městská mikromobilita, urban micromobility, elektrický motocykl, electric motorcycle, elektrický pohon, electric drive, design“. Dále také např.: „elektromotor, baterie, ekologie, udržitelnost, ergonomie“ a jejich anglické ekvivalenty.

Pro vyhledávání příslušných zdrojů byla primárně využita strategie stavebních kamenů, která spočívá ve zjednodušeném přeformulování konkrétního dotazu do několika klíčových pojmů (stavebních kamenů), které jsou k sobě následně poskládány pomocí booleovských operátorů [1]. V některých případech byla využita také strategie osekávání, která funguje na principu postupného zužování dotazu a zpřesňování klíčových slov tak, aby konečný počet vyhledaných dokumentů byl co nejnižší [1].

Z důvodu širšího záběru a nalezení tak co největšího množství užitečných zdrojů, bylo vyhledávání zadáváno primárně v anglickém jazyce. Sekundárním jazykem byla čeština.

## 2.1.4 Výběr relevantních informačních pramenů

Pomocí těchto dříve zmíněných metod a postupů bylo postupně nalezeno 362 zdrojů, které splňovaly stanovená kritéria. Jednalo se o 67 pramenů z bibliografických databází a 295 pramenů získaných z jiných zdrojů (produktové katalogy, webové stránky, recenze atd.). Následovalo odstranění duplicitních zdrojů, čímž se počet snížil na 310. Poté proběhlo první vyřazení nevhodných zdrojů, a to z důvodu nerelevantních nebo totožných informací. Po tomto zásahu zbylo pouze 159 zdrojů. V poslední fázi proběhlo druhé vyřazení nevhodných zdrojů, tentokrát po posouzení jejich přínosnosti pro diplomovou práci. Ve výsledném výběru tedy nakonec zbylo pouze 57 relevantních zdrojů. Veškeré tyto informace byly následně zpracovány do podoby PRISMA diagramu (Obr. 2-1).



Obr. 2-1 PRISMA diagram.



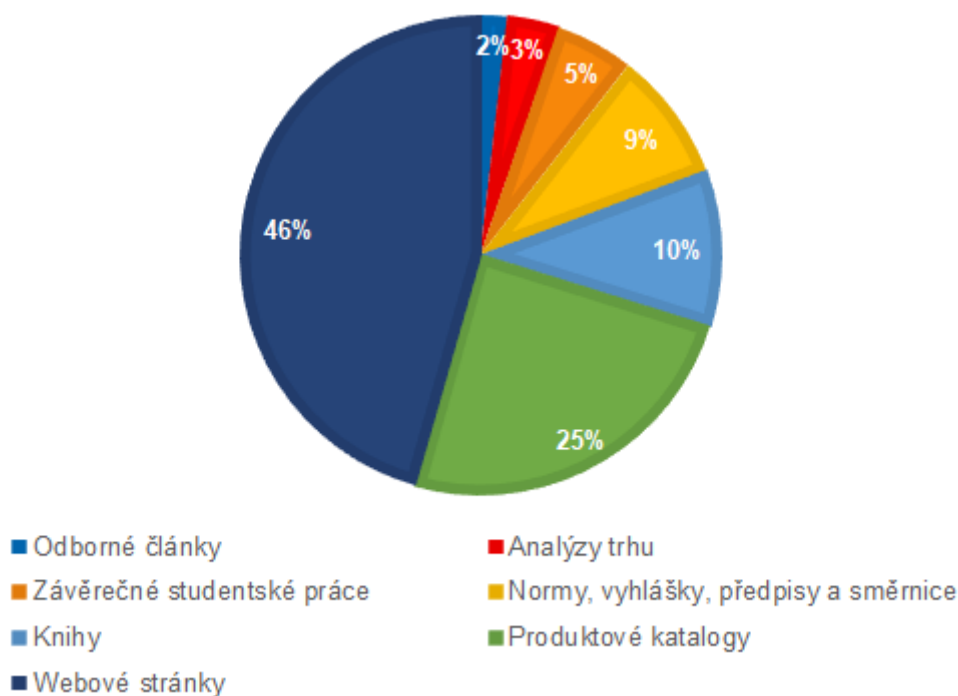
## 2.1.5 Užité metody zpracování dat

Všechny nalezené informační zdroje byly postupně ukládány do citačního manažeru MENDELEY, kde byly následně roztříděny do několika skupin. Tyto skupiny se nazývaly: Články, Katalogy, Knihy, Normy a Jiné zdroje (zde spadaly např. webové stránky). Tyto informační zdroje byly poté dále tříděny podle jejich obsahu (na prameny týkající se motivační, designérské a technické analýzy).

## 2.1.6 Sumarizace počtu a druhu vybraných informačních zdrojů

Z celkového počtu 362 všech nalezených informačních zdrojů bylo v konečné fázi vybráno 52 finálních zdrojů, které byly klasifikovány jako relevantní a přínosné. Ty byly následně, z důvodu porovnání četnosti jednotlivých zdrojů, vyneseny do přehledného koláčového grafu (Obr. 2-2).

Z tohoto grafu je na první pohled patrné, že výrazně převažovaly webové stránky, což není překvapující vzhledem k faktu, že představovaly důležitý pramen, který sloužil k doplnění designérské a také technické analýzy. Druhou nejčetnější skupinou se staly produktové katalogy, které sloužily primárně jako obrazový zdroj inspirace (pro všeobecný přehled na současném trhu z hlediska designu). Další nejčetnější skupinou byly knihy, které sloužily jako významný zdroj informací pro zejména technickou analýzu. Zbytek zdrojů (odborné články, závěrečné studentské práce, analýzy trhu atd.) neměl takovou četnost, ale i tak se jednalo o nepostradatelné prameny (např. pro motivační analýzu).



Obr. 2-2 Porovnání jednotlivých zdrojů.

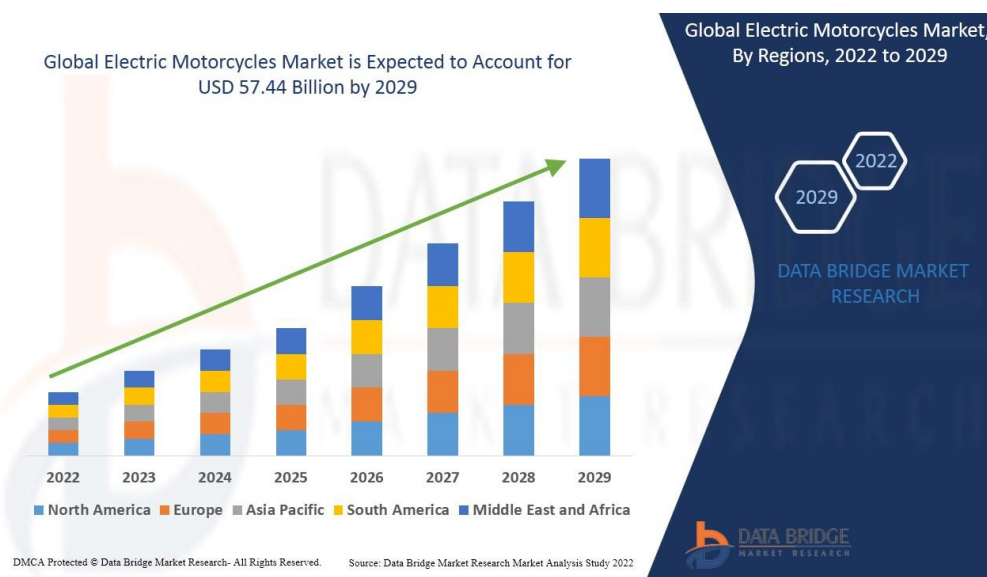
## 2.2 Rešerše na stav techniky

Tato kapitola představuje jednotlivé informační zdroje rozdělené do dílčích sekcí a podrobně je rozebírá. Motivační analýza zahrnuje zdroje, které slouží k obhájení oprávněné smysluplnosti tvorby této diplomové práce. Designérská analýza představuje současné produkty na trhu a technická analýza přináší technický popis jednotlivých částí produktu a jejich funkci.

### 2.2.1 Motivační analýza

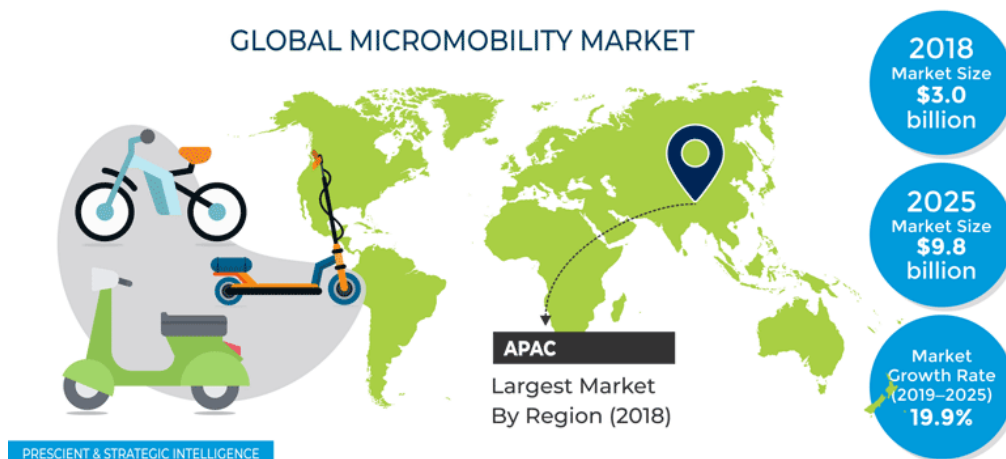
Elektrické motocykly jsou stále populárnější volbou pro městskou dopravu. V hustém provozu měst představují ideální způsob, jak se rychle a snadno pohybovat z místa na místo, a přitom se vyhnout zácpám. Navíc, s rostoucí obavou o znečištění ovzduší, jsou elektrické motocykly ekologickou volbou, která minimalizuje emise oxidu uhličitého a dalších znečišťujících látek.

Díky menší velikosti je s nimi také snazší parkování a přispívají k odlehčení městského provozu. Proto jsou elektrické motocykly skvělou alternativou k tradičním motorovým vozidlům a nabízejí uživatelům pohodlnou, efektivní a ekologickou možnost pro městskou dopravu. Jejich popularitu dokazuje i předpověď globálního trhu s elektrickými motocykly, která předpokládá významný nárůst poptávky (viz Obr. 2-3).



Obr. 2-3 Globální trh s elektrickými motocykly. [2]

Podstatné zvýšení poptávky předpovídá také obecný trh s mikromobilitou (viz Obr. 2-4), což je označení pro způsob osobní dopravy ve městech na kratší vzdálenosti, která zahrnuje vozidla, jako jsou např. jízdní kola, koloběžky (včetně elektrických), elektrické skateboardy, elektrické skútry a městské elektrické motocykly. [3]

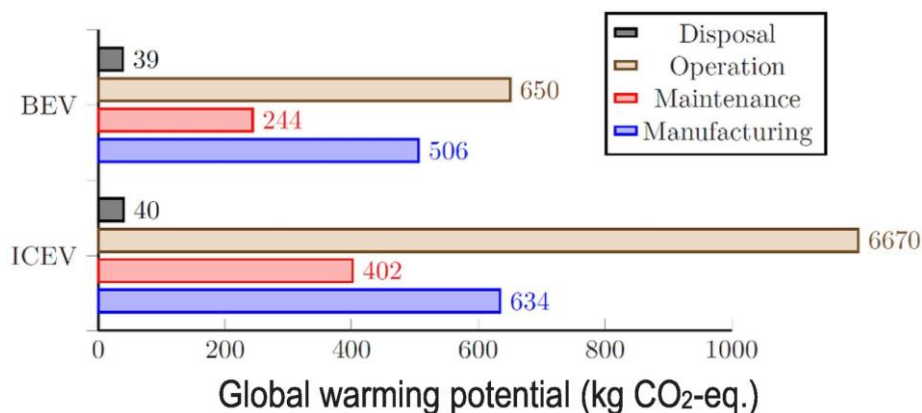


Obr. 2-4 Globální trh s mikromobilitou. [4]

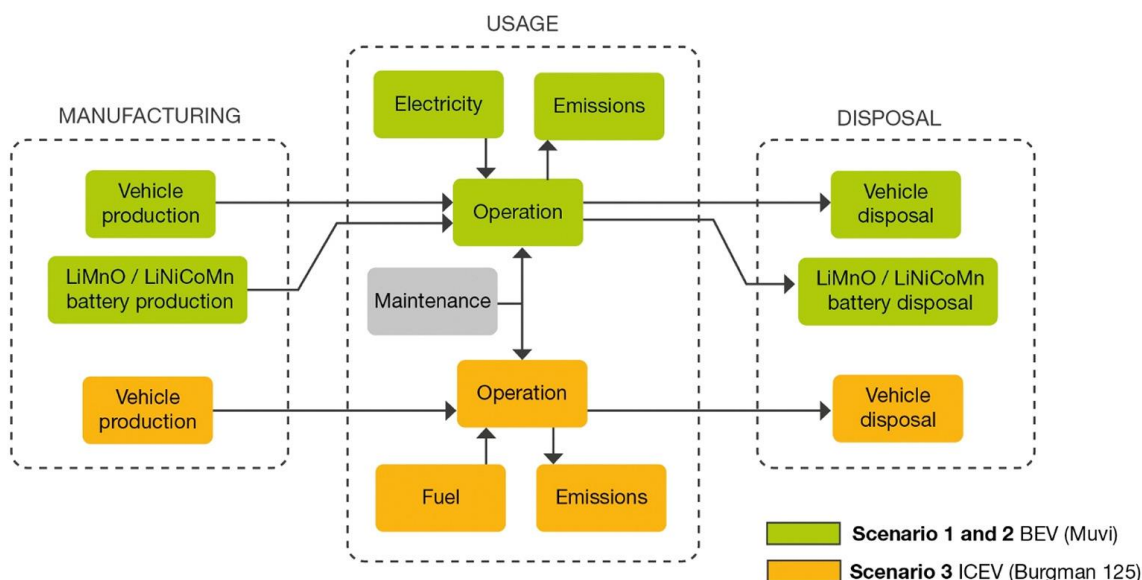
Z těchto informací je patrné, že řešit nový návrh designu městského motocyklu na elektrický pohon má smysl a budoucnost. Toto tvrzení navíc podporuje např. odborný článek s názvem: „Life cycle assessment and economic analysis of the electric motorcycle in the city of Barcelona and the impact on air pollution“ z května roku 2022 [5], který hodnotí životní cyklus služby poskytované elektrickým motocyklem střední třídy ve španělském městském prostředí v porovnání s motocyklem se spalovacím motorem.

Výsledky studie ukazují, že motocykly se spalovacími motory (ICEV – Internal Combustion Engine Vehicle) mají až pětinasobně vyšší dopad na globální oteplování než elektrické motocykly (BEV – Battery Electric Vehicle), a to především kvůli používání fosilních paliv. Elektrické motocykly toto ovlivňují pouze ve fázi výroby (kvůli bateriím). [5]

Z ekonomického hlediska jsou elektrické motocykly celkově výhodnější než vozidla s tradičními spalovacími motory, jelikož mají nízké náklady na provoz a údržbu. Z tohoto důvodu jsou elektrické motocykly považovány za velice výhodnou volbu z hlediska udržitelnosti, a jsou označovány za jedny z aktérů, kteří významně přispívají k urychlení přechodu k udržitelnějšímu modelu městské mobility. [5]



Obr. 2-5 Potenciál globálního oteplování u motocyklů BEV a ICEV. [5]



Obr. 2-6 Obecné schéma fází uvažovaných při analýze životních cyklů motocyklů BEV a ICEV. [5]

## 2.2.2 Designérská analýza

Současný trh nabízí relativně velké množství motocyklů na elektrický pohon, ale i tak zde je poměrně značný prostor pro další zlepšení a nové inovace. Na základě důkladných analýz byli vybráni jednotliví zástupci primárně elektrických motocyklů, kteří jsou zde detailně rozebráni. Výběr byl také částečně inspirován produkty, jež jsou obsaženy v knihách: „The Current: New Wheels for the Post-Petrol Age“ [6] a „Electric Motorcycles 2019: A Guide to the Best Electric Motorcycles and Scooters“ [7].

### Zero Motorcycles

Tato americká společnost, založena již v roce 2006 v Kalifornii, patří mezi světovou jedničku v oblasti produkce elektrických motocyklů. Do jejího portfolia spadá již poměrně velké množství různých typů elektrických motocyklů, od městských, terénních, až po sportovní. Snaží se o kombinaci nejlepších aspektů tradičních motocyklů s nejmodernějšími technologiemi současnosti. Její elektrické motocykly jsou výkonné, lehké, efektivní a rychlé při rozjezdu. Každý motocykl je od samého začátku optimalizován tak, aby mohl využívat revoluční elektrický pohon Z-Force®. Pro minimalizaci hmotnosti motocyklu se používá speciálně navržený tuhý rám z leteckého hliníku. [8]

## Zero S

Jedná se o základní model této značky, který původně definoval pouliční jízdu na elektrických motocyklech. Typově jde o motocykl ve stylu „naked bike“, je tedy vhodný na jízdu po městě, ale i mimo něj. Maximální rychlost se pohybuje kolem 158 km/h a dojezd ve městě okolo 143 km na jedno nabití. Výkon elektrického motoru je 34 kW a kapacita zabudovaných baterií je 7,2 kWh. Doba nabíjení závisí na typu nabíječky. Standardně nabíjení (do 100 %) trvá 5,2 hod, ale rychlonabíječka dokáže baterie dobít na 95 % za pouhou jednu hodinu. Tyto baterie jsou napevno zabudované, nelze je tedy snadno vyměnit. Rozvor činí 1 410 mm a hmotnost se pohybuje kolem 142 kg. Výška sedadla je 807 mm. Cena se v základní verzi pohybuje kolem 292 000 Kč. [9]

Elektrický motocykl na první pohled působí značně dynamickým dojmem, což je způsobeno hlavně díky využití plynulých linií, které celkově navozují sportovní dojem. Jeho štíhlý rám a měkké tvary předního a zadního světla dodávají motocyklu elegantní vzhled a tvarově navazují na zbytek koncepce. Zároveň však kapotáž až příliš evokuje design klasických motocyklů se spalovacím motorem, což je vidět nejvíce v oblasti „nádrže“, která zde ve skutečnosti není. Plastový kryt baterie navíc nešikovně kamufluje přítomnost bateriového bloku, což není vhodné. Celková vyváženost je dále zhoršena velmi dlouhou konzolí držící SPZ. Barevnost je většinou černá v kombinaci s tmavě šedo-modrou, která kvůli své podobnosti s černou není příliš výrazná, díky čemuž může motocykl působit nevýrazně a nudně.



Obr. 2-7 Zero S. [9]

## Zero SR/F

Tento motocykl se může pyšnit statusem první „chytrý“ motocykl na světě, a to hlavně díky přizpůsobitelnému přístrojovému panelu a aplikacím Zero nové generace, které obsahují řadu funkcí, které sdělují důležité informace, a to kdykoli a kdekoli. Jedná se o motocykl taktéž ve stylu „naked bike“, který je vhodný do města. Maximální rychlost tohoto motocyklu je 200 km/h a dojezd v městských podmínkách dosahuje až 301 km na jedno nabití. Elektrický motor má výkon 82 kW a baterie mají kapacitu 17,3 kWh. Standardní doba nabíjení trvá 2,7 hod do plného nabití, ovšem rychlonabíječka dokáže nabít baterii na 95 % pouze během jedné hodiny. Baterie jsou opět pevně zabudované. Rozvor činí 1 450 mm a hmotnost motocyklu se pohybuje kolem 227 kg. Výška sedadla je 787 mm. Základní verze tohoto motocyklu se prodává za cenu kolem 540 000 Kč, což ho řadí mezi dražší elektrické motocykly na trhu. [10]

Po designové stránce působí motocykl velice dynamicky, až trochu agresivně, což je způsobeno především hlavními liniemi motocyklu. Jako vysoce kultivovaně vyřešený považují především viditelný rám se žebrováním, který naplno odhaluje elektrickou podstatu motocyklu, jelikož také odkrývá bateriový blok. Výborně je také řešeno zakomponování stupaček pro spolujezdce, jelikož plynule navazují na motor a elegantně směrově navazují na zadní část motocyklu. Negativně ale hodnotím opětovně archaické tvarování kapotáže v oblasti „nádrže“, jež zde opět postrádá svůj význam. Barevnost je jednotně černá, až na pár detailů ve zlatavém nádechu, což sice může působit jednotně a elegantně, ale také napomáhá pocitu těžkopádnosti a robustnosti.



Obr. 2-8 Zero SR/F. [10]



## Zero FX

Elektrický motocykl Zero FX je výkonný off-road model, který disponuje maximální rychlostí 137 km/h. Díky bateriovému bloku o kapacitě 7,2 kWh dokáže ujet až 146 km na jedno nabití. Pohonnou jednotku tvoří elektromotor o výkonu 34 kW. Doba nabíjení trvá přibližně 9,7 hod (na 100 %) na standardní nabíječe a 1,8 hod (na 95 %) na rychlonabíječe. Obrovskou výhodou tohoto modelu je vyjímatelná baterie, díky které se dá velmi rychle nahradit vybitá baterie nabitou. Odnímatelná baterie navíc umožňuje její externí nabíjení mimo motocykl. Motocykl má rozvor 1 438 mm a hmotnost 133 kg. Výška sedadla je 881 mm. Cena se pohybuje kolem 292 000 Kč, v závislosti na zvolené výbavě a případných doplňcích. [11]

Z designového hlediska působí motocykl částečně nevyváženým dojmem, což je způsobeno především delší zadní částí motocyklu, na kterou navazuje konzole držící SPZ. Celkové tvarosloví může v některých ohledech mírně připomínat „army styl“, což odpovídá terénnímu zaměření, a celkově dotváří zmíněný výraz. Odnímatelná baterie, jež je signifikantní prvek celé kompozice, má konvenční kvádrový tvar, jež je zřetelně viditelné z tvarování krytu. Tato skutečnost naštěstí jednotnost motocyklu nikterak nenarušuje. Ovšem při jiné barevnosti by celkový vzhled nejspíše utrpěl. Barevnost je většinou černá s pár šedými detaily na kapotáži, což v tomto případě napomáhá celkové kultivovanosti.



Obr. 2-9 Zero FX. [11]

## Harley-Davidson LiveWire

Harley-Davidson je americká firma, která je největším výrobcem motocyklů ve Spojených státech a jedním z nejvýznamnějších na světě. Byla založena v roce 1903 ve státě Wisconsin. Tato společnost je známá především pro své těžké a výkonné motocykly, které jsou často spojovány s americkým stylem života a kulturou. [12]

LiveWire je prvním elektrickým motocyklem této značky, který byl uveden na trh v roce 2019. Motocykl je poháněn elektromotorem, který poskytuje maximální výkon 75 kW. Díky tomuto výkonu motocykl dokáže dosáhnout maximální rychlosti o hodnotě 180 km/h. S kapacitou baterie 15,4 kWh umožňuje LiveWire dojezd až 235 km na jedno nabití. Dobíjení baterií na plnou kapacitu pomocí rychlonabíječky trvá 60 min nebo přibližně 40 min na 80 % kapacity. Motocykl má rozvor 1 490 mm, hmotnost 254 kg a výšku sedadla 762 mm. Cena nejlevnějšího modelu Harley-Davidson LiveWire se pohybuje kolem 500 000 Kč. [13] [14]

Elektrický motocykl působí částečně agresivním i dynamickým dojmem, což je způsobeno organickým tvarováním rámu, na který plynule navazuje zadní vidlice, jež elegantně doplňuje jednotnou siluetu motocyklu a podporuje tak celkovou provázanost. Kladnou skutečností je také přiznání baterií a pohonné jednotky, která je uložena ve stříbrné „kapsli“, která evokuje rychlost a pohyb směrem vpřed. Negativně může být chápáno konzervativní tvarování kapotáže v místě „nádrže“, jež odkazuje na spalovací motocykly. Ovšem vzhledem k image značky to dává smysl. Barevnost je jednotně černá, až na pohonnou jednotku, což bohužel vzbuzuje pocit přílišné robustnosti.



Obr. 2-10 Harley-Davidson LiveWire. [13]



## Verge TS

Verge Motorcycles je finský startup vyrábějící elektrické motocykly, který v roce 2021 představil model Verge TS, který využívá velmi unikátní zadní motor bez náboje (ten ovšem zvyšuje neodpruženou hmotnost), jež zároveň slouží jako zadní brzda. [15]

Verge TS je moderní a stylový elektrický motocykl určený pro městské prostředí, který se může pyšnit významným oceněním Red Dot Design Award 2021. Tento motocykl má maximální rychlost 180 km/h a dojezd až 250 km na jedno nabití. Pohání ho výkonný elektromotor s výkonem 80 kW. Jeho velkou výhodou jsou baterie, které jsou vyjímatelné a mají kapacitu 20,2 kWh. Motocykl má rozvor 1 540 mm, hmotnost 245 kg a výška sedadla je 780 mm. Cena se pohybuje kolem 910 000 Kč. Celkově je Verge TS vynikající volbou pro ty, kteří hledají moderní, výkonný a spolehlivý elektrický motocykl pro městské použití. [16] [17]

Po designové stránce působí motocykl velice moderně a futuristicky, což je způsobeno hlavně díky ostrému tvarování a beznábojovému zadnímu kolu. Velice dobře je řešena také kapotáž samotné baterie, která díky kontrastnímu oranžovému rámu nepůsobí tak mohutně, jak by tomu bylo v případě jednolitě černé barevnosti. I ostatní oranžové prvky, zejména kabely táhnoucí se směrem k motoru, spolu výborně fungují a vytváří tak vzájemnou harmonii. Jako negativní ovšem hodnotím světlo, které do konceptu příliš dobře nezapadá. Celková koncepce navíc může působit příliš těžce, čemuž se nepodařilo zabránit ani při použití beznábojového kola, které se, zejména zadní část, snaží odlehčit.



Obr. 2-11 Verge TS. [18]

## Evoke Urban S

Evoke Motorcycles je společnost založená v roce 2014 v Číně, která se specializuje na vývoj a výrobu elektrických motocyklů. S cílem nabídnout kvalitní a spolehlivé motocykly určené do městského prostředí, společnost značně investuje do nejmodernějších technologií a designu. Jejich motocykly jsou navrženy tak, aby byly šetrné k životnímu prostředí, ale zároveň nabízely vysokou výkonovou kapacitu a plynulé řízení. [19]

Urban S je motocykl, který v sobě spojuje moderní technologie a eleganci klasického designu. Dosahuje maximální rychlosti až 140 km/h a nabízí dojezd až 250 km (po městě) na jediné nabití baterie. S výkonem motoru 20 kW a kapacitou baterie 10 kWh se Urban S řadí mezi špičku své třídy. Baterie však bohužel nejsou vyjímatelné, avšak jejich doba do plného nabití trvá pouze 3 hodiny. Motocykl má rozvor 1 360 mm a hmotnost 209 kg. Je tedy relativně lehký a dobře ovladatelný. Výška sedadla, která je 780 mm, umožňuje velmi pohodlné sezení. Cena tohoto motocyklu se pohybuje kolem 204 000 Kč. [20]

Z designového hlediska se jedná opět o motocykl, který se drží klasického designu, jež je typický pro motocykly se spalovacím motorem. Může proto částečně vzbuzovat nepravdivý dojem. Jeho krytování na první pohled vypadá velice komplikovaně, a to hlavně v přední části, na kterou navazuje neméně složitě tvarované světlo. Díky tomu motocykl může působit částečně nesourodě a nevyváženě. Kladně ovšem hodnotím tvarosloví zadní části motocyklu, které podporuje dynamiku celé koncepce. Avšak až na umístění SPZ, které mohlo být vyřešeno více kultivovaně. Barevnost je primárně černá v kombinaci s výraznými červenými prvky, které pomáhají dokreslovat celkový mírně agresivní výraz motocyklu.



Obr. 2-12 Evoke Urban S. [20]

## Cake Kalk OR

Cake je švédská společnost, která se specializuje na vývoj a výrobu elektrických motocyklů a bicyklů. Společnost byla založena v roce 2017 Johanem Göranssonem, který měl vizi vytvořit revoluční a udržitelná vozidla pro městské i venkovské prostředí. Hlavním cílem společnosti Cake je přinášet na trh inovativní a udržitelná vozidla, která jsou šetrná k životnímu prostředí a využívají co nejméně přírodních zdrojů. [21]

Kalk OR je výbornou volbou pro všechny nadšence do off-road jízdy a nekompromisního designu, za který si zmíněný motocykl odnesl řadu ocenění (např. Red Dot Design Award 2019). Tento motocykl představuje kombinaci vynikajícího výkonu, dlouhého dojezdu a nejnovějších technologií. Díky výkonnému motoru, který má výkon až 11 kW, a kapacitě baterie 2,6 kWh, dokáže Kalk OR vyvinout rychlost až 90 km/h a ujet vzdálenost až 100 km na jedno nabití. Délka nabíjení baterie je pouze 3 hodiny. Motocykl má kompaktní rozměry a hmotnost pouhých 69 kg, což zajišťuje snadné ovládání a agilnost na jakémkoliv terénu. Výška sedadla je 926 mm a cena tohoto stroje se pohybuje kolem 278 000 Kč. [22]

Tento motocykl je zářným příkladem naprostého minimalistického pojetí designu, který je zároveň i zcela funkční. Motocykl naprosto odhaluje svou elektrickou podstatu a dává ji celému okolí na odív. Tvarosloví si na nic nehraje a elegantně navazuje na zbytek koncepce, díky čemuž celá kompozice působí vizuálně vyváženě. Barevnost je bílo-šedo-černá, čímž navazuje na celkový výraz motocyklu a následuje ho. Negativní jsou však ergonomické aspekty, a to zejména v oblasti posedu. Kapotáž zde není totiž dostatečně protvarovaná a stejně tak i sedadlo, které není schopno zabránit případnému klouzáni. Záporně také vnímám absenci jakéhokoliv úložného prostoru.



Obr. 2-13 Cake Kalk OR. [22]

## Novus One

Novus je německá společnost založená v roce 2015, která se zaměřuje na výrobu elektrických motocyklů, které spojují špičkový design, technologickou excelenci a udržitelnou mobilitu. Díky nejmodernějším technologiím a inovativnímu inženýrství jsou motocykly Novus nejen efektivní a ekologické, ale také poskytují vysoký výkon a skvělou jízdní dynamiku. Společnost Novus se řídí filozofií odolnosti a udržitelnosti, a její motocykly jsou navrženy tak, aby přinesly nejen radost z jízdy, ale také pozitivně ovlivnily životní prostředí. [23]

Novus je inovativní a výkonný elektrický motocykl s futuristickým designem. Dosahuje maximální rychlosti 100 km/h a nabízí dojezd až 120 km na jedno nabití. S výkonem motoru 25 kW a kapacitou baterií 5,5 kWh poskytuje rychlou akceleraci a dlouhé jízdy bez nutnosti častého nabíjení. Motocykl je kompaktní, jeho hmotnost je 103 kg, což zajišťuje snadnou manévrovatelnost a ovladatelnost. Výška sedadla je 900 mm, není tedy vhodný pro menší jezdce. Cena tohoto moderního elektrického motocyklu se pohybuje kolem 520 000 Kč. [23]

Po designové stránce se jedná o velice zdařilý motocykl. Působí velice moderně a futuristicky, což je dáno především využitými materiály, tvarováním rámu a vkusnou šedo-černou barevnou kombinací. Jednotlivé komponenty spolu výborně fungují a vytváří společnou harmonii. Důležitým aspektem je také skutečnost, že baterie je vyjímatelná, což přináší značné benefity. Jako negativní však hodnotím absenci úložného prostoru a výšku sedla, které je nadprůměrně vysoké a není tedy ergonomicky příliš vhodné.



Obr. 2-14 Novus One. [23]



## Sondors Metacycle

Sondors Motorcycle je společnost založená v roce 2019 v Kalifornii. Zaměřuje se na výrobu elektrických motocyklů. Jejich hlavním produktem je Metacycle, který představuje moderní a ekologickou alternativu k tradičním spalovacím motocyklům. Metacycle se vyznačuje futuristickým designem, vysokým výkonem a dlouhým dojezdem. [24]

Sondors Metacycle je elektrický naked bike s maximální rychlostí 130 km/h a dojezdem až 130 km na jedno nabití. S výkonem motoru 8 kW a dobou nabíjení kolem 4 hodin nabízí velice dynamickou jízdu. Jeho hmotnost je 92 kg, je tedy snadno ovladatelný a stabilní. Výška sedadla je 800 mm a cena se pohybuje kolem 150 000 Kč. Sondors Metacycle spojuje moderní design, výkon a udržitelnost v jedinečném elektrickém motocyklu. [24]

Design motocyklu Sondors Metacycle je ztělesněním moderního minimalismu a futuristické elegance. Po designové stránce působí tento motocykl velice inovativně a kultivovaně. Celohliníkový rám je opatřen jednoduchými liniemi, které jej celý postupně lemují a vytváří tak uzavřený vyvážený celek. Jako výhodu zde vidím zakomponování vyjímatelné baterie. Jako negativní hodnotím nepřítomnost úložného prostoru, nedostatečnou ergonomii v oblasti sedla a také absenci kapotáže v oblasti stehen, která je velmi důležitá. Zajímavě je zde ale vyřešeno uložení mobilního telefonu, který je umístěn pod transparentním krytem v samotném rámu. Toto místo bohužel ale není příliš ideální, jelikož uživatel jej nemá pod přijatelným pozorovacím úhlem.



Obr. 2-15 Sondors Metacycle. [24]

## Koncepty elektrických motocyklů

### Dab Concept E

Jedná se o koncept elektrického motocyklu do města, který vyniká svým minimalistickým a moderním podáním. Elektrická koncepce je zde zcela přiznána a motocykl si na nic nehraje. Velice zajímavě je také řešeno přední světlo, které se naprosto odlišuje od současné produkce. Negativní je opět absence jakéhokoliv úložného prostoru a nepříliš dobře vyřešená ergonomie sedla.



Obr. 2-16 Dab Concept E. [25]

### Ryvid Anthem

Tento koncept elektrického motocyklu je výjimečný hlavně tím, že má výškově nastavitelné sedlo. Bohužel při jeho zvedání se sedlo současně naklání dopředu, takže vyšší osoby se ocitnou blíže k řídkům než osoby menšího vzrůstu, což je nevhodné. Zároveň sedlo samo o sobě příliš ergonomicky vyřešeno není.



Obr. 2-17 Ryvid Anthem. [26]

## 2.2.3 Technická analýza

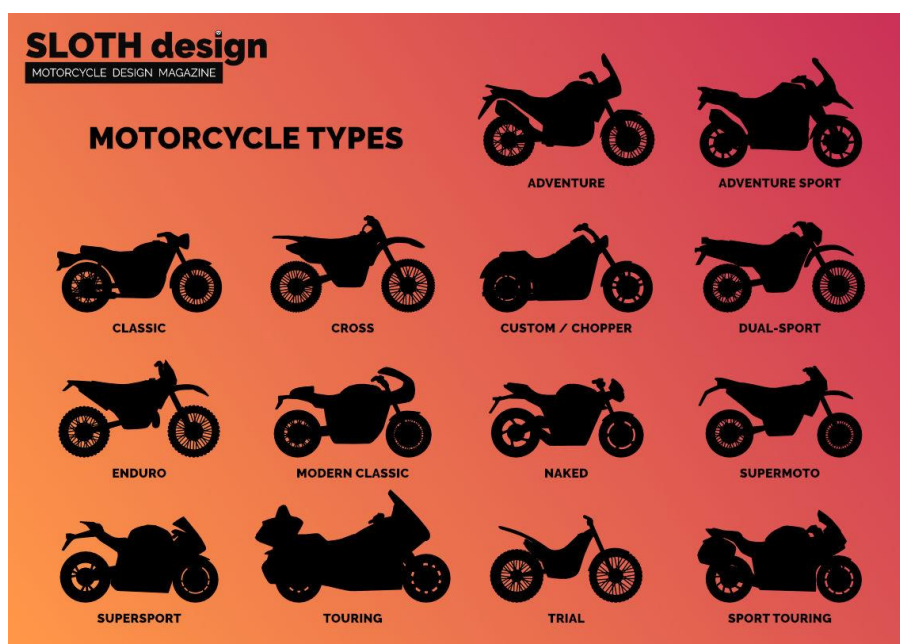
Elektrické motocykly se postupně začínají stávat budoucností světa motocyklů. Na tento fakt ukazují také nejnovější koncepty výrobců, které jsou čím dál častěji na elektrický pohon. Tyto stroje mají výhodu v tom, že jsou ekologičtější a mají nižší náklady na provoz, jelikož využívají elektřinu místo benzínu. Dále mají také minimální nároky na údržbu a servis. [27]

Elektrický motor může být umístěn buď v náboji zadního kola, nebo ve středu motocyklu, kde by se obvykle nacházel spalovací motor. Zpravidla jsou motocykly poháněny bateriemi, které jsou ve většině případech lithiové. Parametry nejnovějších elektrických motocyklů se neustále zlepšují a některé motocykly mají již srovnatelné, nebo i lepší, parametry než motocykly se spalovacím motorem. [27]

### Základní typy motocyklů

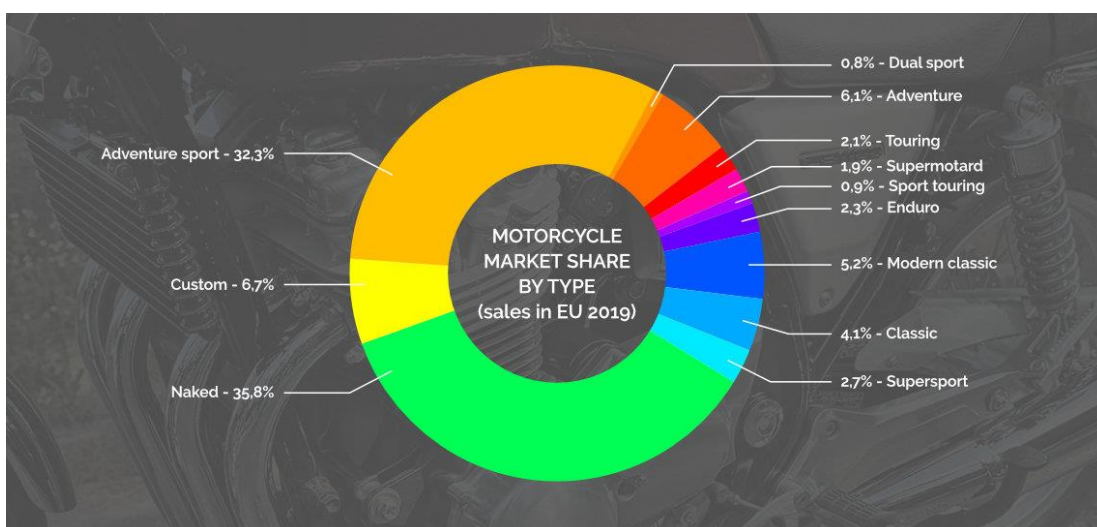
V průběhu let se typy motocyklů neustále vyvíjely. V počátcích existovala pouze jedna kategorie motocyklů, které byly konstrukčně jednoduché, měly dvě kola, motor a minimální výbavu. Nebyly vybaveny kapotáží, přístrojovou deskou ani elektronikou, v podstatě se jednalo o motorizované kolo. [28]

S postupem času však výrobci začali rozlišovat modely podle různých parametrů, jako jsou vzdálenosti mezi sedlem, říditky a stupačkami, zdvihový objem motoru, výkon motoru, velikost kapotáže, celkové rozměry atd., aby vyhověly různým potřebám uživatelů. Trh se postupně začal dělit do stále přesnějších kategorií motocyklů, které se však stále vyvíjejí. Tyto kategorie jsou aktuálně: Touring, Adventure, Adventure sport, Custom (cruiser, chopper), Naked (standard, roadster), Supersport, Classic, Modern classic, Dual sport, Enduro, Trial, Motocross, Sport touring a Supermoto. [28]



Obr. 2-18 Jednotlivé typy motocyklů. [28]

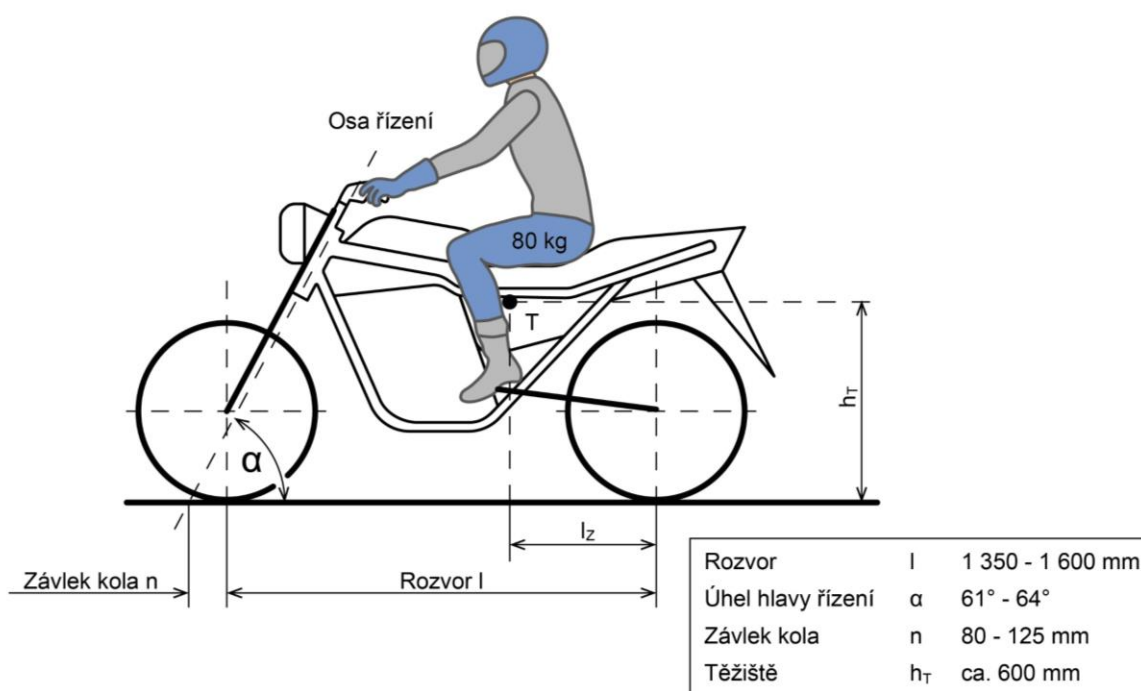
V současnosti trhu dominují motocykly typu „naked“ (35,8 %) (viz Obr. 2-19), které bývají celkově nejoblíbenějším typem motocyklu a jsou také výbornou volbou do města. [28]



Obr. 2-19 Podíl motocyklů na trhu podle typu. [28]

### Rozměry a geometrie motocyklu

Rozměry a geometrie motocyklu mají značný dopad na jeho jízdní vlastnosti a ovladatelnost. Zvláště důležité jsou parametry jako úhel sklonu osy řízení, závlek předního kola a rozvor. Tyto faktory mají významný vliv na chování motocyklu během jízdy. [29]



Obr. 2-20 Rozměry a geometrie motocyklu (upraveno). [30]



### Úhel sklonu přední vidlice (osy řízení)

Úhel sklonu přední vidlice je úhel mezi osou otáčení řídicích páčků a rovinou vozovky a ovlivňuje stabilitu a řízení motocyklu. Menší úhel sklonu má větší stabilizační účinek a lépe eliminuje kmitání řídicích páčků. Dále zlepšuje vedení předního kola při přímé jízdě vyššími rychlostmi, musí být však v souladu se závlekiem předního kola. Úhel sklonu přední vidlice se udává také jako úhel mezi svislou osou kola a osou řízení, a bývá obvykle v rozmezí 26°-29°. [30]

### Závlek předního kola

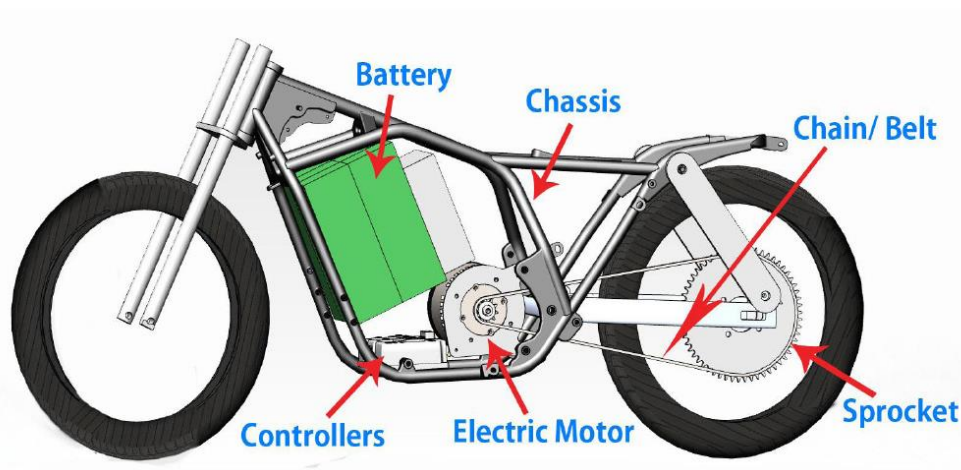
Závlek představuje vzdálenost mezi průsečíkem osy řízení s povrchem vozovky a styčným bodem kola s vozovkou (svislou osou kola). Větší závlek předního kola zajišťuje větší stabilitu během jízdy za vysoké rychlosti, bez ohledu na úhel sklonu přední vidlice. Pro možnost zvětšení závleku je potřeba zalomení přední vidlice, čímž se posune přední kolo dopředu a přední vidlice tak již není rovnoběžná s osou hlavy řízení. [30]

### Rozvor

Rozvor se definuje jako vzdálenost mezi osami předního a zadního kola a ovlivňuje celkové rozměry motocyklu. Větší rozvor umožňuje lepší vedení podvozku, zároveň však zapříčiňuje obtížnější průjezd ostrými zatáčkami. Prodlužování rozvoru znamená celkově větší rozměry a hmotnost motocyklu, což může mít negativní dopad na výkon. Naopak krátké motocykly se zase hůře ovládají na přímých hrbolatých úsecích. U standartních motocyklů bývá rozvor v rozmezí 1 400 až 1 460 mm. [30]

### Jednotlivé části elektrického motocyklu

Elektrický motocykl se skládá z podvozku, který zahrnuje nosný rám, zadní a přední vidlici, kola a brzdy. Rám podpírá všechny ostatní součásti elektrického motocyklu a uvnitř něj se nachází pohonné ústrojí, které se skládá z elektromotoru a akumulátoru. [31]



Obr. 2-21 Jednotlivé části elektrického motocyklu. [32]

## Podvozek

### Rám

Rám motocyklu plní důležitou funkci, neboť nese motor a drží hlavu řízení. V zadní části je upevněna vidlice zadního kola a v horní části rámu je většinou umístěna palivová nádrž (v případě motocyklu se spalovacím motorem) a na zadní části sedačka. Existuje několik druhů rámu, které se využívají, včetně jednotrubkových, lisovaných, odlévaných, mostových, kolébkových, dvoutrubkových, mřížových a páteřových. Rámy se dále dělí také na trubkové, lisované, lité a kombinované. [31]

Trubkové rámy – jsou výhodné, neboť jsou lehké, pevné a mohou být vyráběny v malých i velkých sériích. Rámy jsou sestaveny z několika kusů trubek a výztuh, které jsou poté spojeny pomocí svařování elektrickým obloukem nebo plamenem. Trubkové rámy mohou být uzavřené nebo otevřené (bateriový blok nahrazuje část rámu – u elektrických motocyklů). Dále se dělí na jednoduché, rozdvojené a dvojité, v závislosti na jejich konstrukci. [31]

Lisované rámy – jsou druhem rámu často používaných pro výrobu lehkých motocyklů, které se vyrábějí velkosériově. Tyto rámy umožňují volbu libovolného profilu, který se vytvoří ze svařených plechových výlisků a dokáže se přizpůsobit průběhu namáhání. Nevýhodou lisovaných rámu je nákladnost výroby výlisků. [31]

Lité rámy – jsou výhodné, protože umožňují volbu různých tvarů a průřezů, jsou ale náročné na výrobu. Kombinované rámy jsou spojením trubkových, lisovaných a odlitých částí a umožňují tak využití výhod každého typu konstrukce. Kombinované rámy mohou obsahovat odlitky z lehkých kovů, které tvoří hlavu a spodní přední část rámu, zatímco horní a zadní část rámu je vyrobena z trubek. [31]



Obr. 2-22 Rám motocyklu Zero SR. [33]

## Odpružení a tlumení

Odpružení slouží ke snížení přenosu kmitavých pohybů náprav vozidla na podvozkové části a rám, což chrání řidiče nebo přepravovaný náklad před nežádoucími otřesy. Odpružení také prodlužuje životnost některých dílů podvozku a udržuje stálý styk pneumatiky s vozovkou i při přejíždění nerovností. Tlumiče pak tlumí kmitavý pohyb podvozku a náprav, a tedy snižují tělesnou únavu uživatele. Tyto funkce odpružení a tlumení jsou nezbytné pro zajištění bezpečnosti a pohodlí při jízdě na motocyklu. Bohužel, požadavky na bezpečnost a pohodlí jsou si navzájem protichůdné, protože tvrdší pérování je bezpečnější, ale méně pohodlné a naopak. [31]

## Zavěšení předního kola

Přední vidlice motocyklu slouží k uchycení, odpružení a vedení předního kola, ale také k samotnému řízení motocyklu. Nejrozšířenějším typem je teleskopická přední vidlice s kluzáky uchycenými na předním kole a s nosnými trubkami spojenými s hlavou řízení. Někdy se používají také vahadlové (kyvné) vidlice. [31]

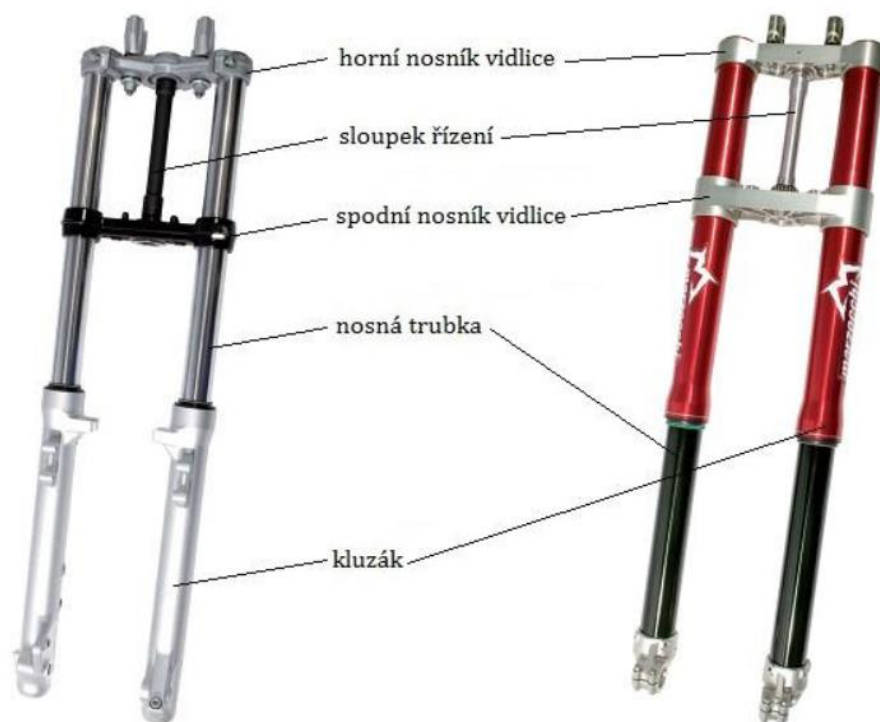
Existuje několik konstrukčních provedení předních vidlic, jako např. teleskopické vidlice, vahadlové vidlice se dvěma tlumiči odpružení, pružinové vidlice s centrální tlumicí a pružící pružinou, pákové vidlice spojující výhody klasické teleskopické a vahadlové vidlice, ale také vidlice s otočným čepem. [31]

Teleskopická vidlice – je složena ze dvou dutých trubek, které jsou připevněny k hornímu a spodnímu nosníku vidlice. Pohyblivé kluzáky potom kloužou nahoru a dolů po těchto nosných trubkách. Přední kolo je pak uchyceno na spodních koncích těchto kluzáků. [31]

Obrácená teleskopická vidlice („upside down“) – je využívána zejména u sportovních motocyklů s cílem snížit hmotnost přední vidlice. Tento typ vidlice umožňuje rychlejší reakci na nerovnosti terénu a výrazně tím zlepšuje odpružení a tlumení předního kola. Díky těmto výhodám se obrácené teleskopické vidlice staly nedílnou součástí mnoha motocyklových konstrukcí. [31]

Vahadlová přední vidlice – je konstrukční prvek, který se skládá z vahadlové páky a dvou pružících jednotek, umístěných na vnější straně. Funkce odpružení je zajištěna těmito pružícími jednotkami, zatímco funkce vedení předního kola je svěřena vahadlové páce. U moderních vahadlových vidlic se nejčastěji používá dlouhé provedení vahadlové páky, avšak střední a krátké provedení jsou také možná. [31]

Teleskopická páková přední vidlice – kombinuje prvky teleskopického a vahadlového uspořádání. Tento typ byl vynalezen společností BMW a teleskopická vidlice zde má pouze 35 mm průměr nosných trubek. Pohyblivé kluzáky jsou připojeny k podélnému rameni, zatímco horní konce nosných trubek jsou přes otočný kulový čep spojeny s vidlicovým můstkem v přední části rámu. Odpružení, tlumení a spojení podélného ramene s přední částí rámu je zajištěno centrálním tlumičem. [31]



Obr. 2-23 Vlevo – teleskopická vidlice, vpravo – vidlice „upside down“. [34]

### Zavěšení zadního kola

Zadní vidlice je část podvozku motocyklu, která slouží k upevnění zadního kola k rámu a jeho vedení. Podobně jako přední vidlice, také zadní vidlice může být vybavena odpružením – buď jedním centrálním tlumičem, nebo dvěma postranními tlumiči připojenými k vidlici a rámu. Existují různé typy zadních vidlic, včetně dvouramenné vidlice, jednoramenné vidlice, konzolové vidlice, vidlice s pákovým mechanismem a s centrální pružicí a tlumicí jednotkou. [31]

Konvenční dvouramenná zadní vidlice – je stále nejčastěji používaným typem vidlice pro zadní kolo motocyklu. Vidlice se skládá ze dvou ramen, která jsou odpružena díky šikmo upevněnými tlumiči umístěnými vzadu na bocích rám. U motocyklů s kardanovým hřídelem slouží jedno rameno vidlice jako skříň pro kardanový hřídel, zatímco na druhém konci vidlice je umístěn pohon zadního kola. Kardanový hřídel vychází z převodovky a je vybaven křížovým kloubem, který umožňuje hřídeli pohybovat se současně s vidlicí. [31]

Konzolová zadní vidlice – je ocelová trubková konstrukce, ve které je kolo uchyceno ve dvouramenné vidlici. Na horní části vidlice je špičatý nástavec ve tvaru pyramidy, který je spojen s rámem pomocí jednoho tlumiče odpružení. Celá konstrukce se pak může otáčet okolo závěsu v zadní části rámu. Tlumič odpružení je umístěn v téměř vodorovné poloze, což umožňuje větší propružení. Konstrukce s centrálně působícím tlumičem odpružení také eliminuje odchylky ve stranovém nastavení zadního kola. [31]

Jednoramenná zadní vidlice – její konstrukce musí být velmi pevná, aby dokázala zvládnout všechny síly, které působí na zadní kolo. Tento typ vidlice bývá většinou odpružen pomocí jednoho tlumiče upevněného v zadní části rámu. Jednoramenné vidlice mají výhodu v menší váze oproti dvouramenným vidlicím a také v jednodušší montáži a demontáži zadního kola. I když by se mohlo zdát, že jednoramenná vidlice je nestabilní, ve skutečnosti je vždy minimálně tak stabilní jako dvouramenná vidlice. [31]

Zadní vidlice s pákovým mechanismem a s centrální tlumící a pružící jednotkou – tento typ se začal vyrábět v osmdesátých letech a byl původně určen pro závodní motocykly. Později se rozšířil do sériové výroby terénních motocyklů, rychlých cestovních motocyklů a supersportovních silničních strojů. Firma Kawasaki byla první, která tento systém použila a dokázala, že zvládne citlivě a účinně tlumit jak velké nerovnosti terénu, tak i krátkodobé vibrace. [31]



Obr. 2-24 Dvouramenná zadní kyvná vidlice. [35]

### Pneumatiky a kola

Kolo s pneumatikou tvoří důležitý prvek spojující motocykl s vozovkou. Kola musí být dostatečně pevná, aby unesla celkovou váhu vozidla, řidiče, spolujezdce a náklad, zvládla přenášet hnací i brzdné momenty a boční síly. Zároveň jsou kola klíčovým prvkem v pružícím systému vozidla, přičemž jejich správná volba může zlepšit komfort jízdy a bezpečnost. Vozidlová kola se skládají ze dvou základních částí: pneumatiky a samotného kola s ráfkem. [31]

Pneumatiky – neboli gumový plášť, který se namontuje na ráfek a naplní stlačeným vzduchem, případně může být bezdušový s vlastním ventilem. Plášť je pružnou částí, která se dotýká vozovky, a přitom je pevně přichycena k ráfku. [31]

Ráfky – funkcí ráfku kola je poskytnout uložení pro pneumatiku tak, aby bylo možné přenášet svislé, boční a obvodové síly bez relativního pohybu mezi pneumatikou a ráfkem. [31]

Motocyklová kola – musí splňovat několik požadavků, jako je nízká hmotnost, vysoká pevnost a pružnost i při vysokých rychlostech a jednoduchá montáž. Tato kola se skládají ze dvou hlavních částí – střední nosné části a ráfku. Podle provedení se motocyklová kola dělí na tři typy: litá, montovaná a drátěná kola. [31]

### Brzdový systém a rekuperace

Brzdový systém u motocyklů funguje na bázi tření mezi pohyblivými a nepohyblivými součástmi. Jedná se o brzdové kotouče a brzdové destičky u kotoučových brzd a o brzdové bubny a brzdové čelisti u bubnových brzd. Během brzdění se hmotnost motocyklu přesouvá na přední kolo a odlehčuje tím zadní kolo. Pro zajištění co nejvyšší účinnosti brzd musí být splněny následující požadavky: co největší brzdové kotouče, s větším kotoučem na předním kole než na zadním, dva kotouče na předním kole a jeden na zadním, brzdové třmeny s co největším počtem pístů (obvykle dva až šest pístů na třmen) a odpovídající hlavní a kolové hydraulické brzdové válce. Kromě toho se u některých motocyklů využívá i rekuperace energie při brzdění, která umožňuje obnovit část kinetické energie motocyklu zpět do baterií. [31] [36]

I když se mechanické bubnové brzdy u motocyklů považují za zastaralé, stále však mají své výhody. Díky uzavřené konstrukci jsou odolné proti vnikání vody a nečistot, což není případ kotoučových brzd. Ty se za mokra mohou snadno znečistit a ztrácet účinnost, a proto je nutné občas přibrzďovat, aby se osušily. Kotoučové brzdy navíc po zmáčknutí ovládací páky mírně zpouzdňují, což může vést k pocitu, že brzdy nejsou dostatečně účinné. Pokud je jezdec přibrzdí příliš silně, může dojít k přebrzdění a smyku kol. [31]

### Pohonná jednotka

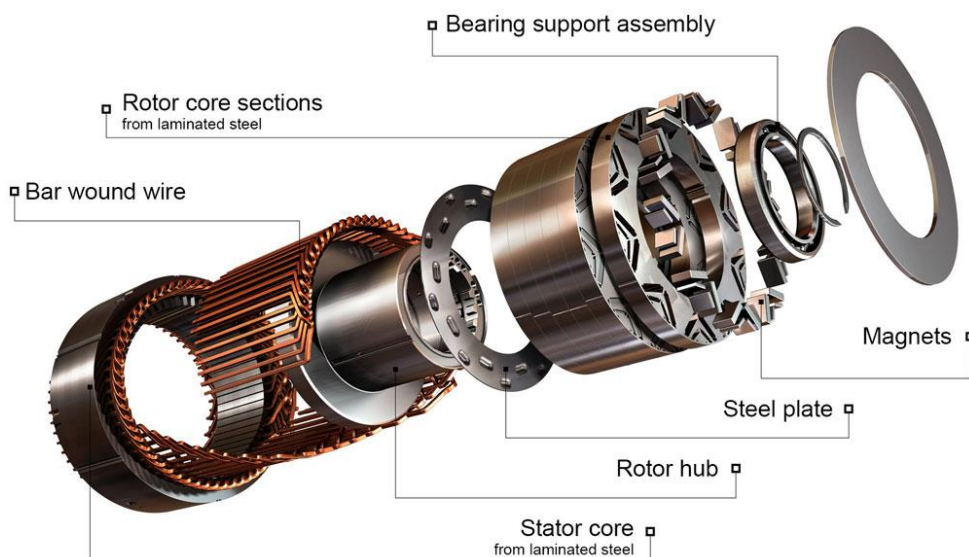
#### Elektromotor

Elektromotory se dají rozdělit na dva typy: komutátorové a bezkomutátorové. Komutátorové motory se obvykle nepoužívají k pohonu elektrických motocyklů kvůli nevýhodám, které s sebou nesou. Hlavní nevýhodou je samotný komutátor, což je mechanický prepínač, který spíná velké proudy a je zdrojem poruch. Také je často namáhán a vyžaduje tedy pravidelnou údržbu. Na druhé straně se k pohonu elektrických motocyklů nejčastěji používají bezkomutátorové motory. Tyto motory pracují na principu točivého magnetického pole, které vzniká ve statoru, tvořeném vzájemně posunutými cívkami (u třífázových motorů o 120°). Pro správný chod bezkomutátorového motoru je tedy nutné používat střídavý proud nebo jiný způsob regulace. Bezkomutátorové motory lze dále rozdělit na synchronní a asynchronní. Oba typy se aktuálně používají k pohonu elektrických motocyklů. Vzájemně se liší hlavně konstrukcí rotoru. [27]



Asynchronní motor – je označován též jako indukční motor, protože tok energie mezi státorem a rotorem probíhá pouze elektromagnetickou indukcí. Tento motor má jednoduchou konstrukci a vysokou spolehlivost. Princip činnosti spočívá v tom, že stator vytváří točivé magnetické pole pomocí střídavého trojfázového proudu, což indukuje napětí v rotoru a vzniklý proud rotoru generuje magnetický tok. Tento magnetický tok působí na rotor a způsobuje jeho otáčení. Asynchronní motor může být využíván v třech režimech – jako generátor, motor nebo brzda. [27]

Synchronní motor – tyto motory se často označují jako PMSM, jelikož používají permanentní magnety ze vzácných zemin. PMSM motory mají několik výhod oproti asynchronním motorům, včetně menší hmotnosti, objemu a momentu setrvačnosti, možnosti přímého pohonu bez převodovky, velké momentové přetížitelnosti a vyšší účinnosti. Nicméně, mají také několik nevýhod, jako je vyšší cena, složitější konstrukce, nemožnost odbuzení a vznik ztrát vířivými proudy. Jejich nejčastější konstrukce zahrnuje třífázové statorové vinutí v drážkách magnetického obvodu a rotor s permanentními magnety uložený uvnitř. [27]



Obr. 2-25 Obecný popis synchronního (PMSM) motoru. [37]









### Akumulátor

Akumulátor je zařízení, které slouží k ukládání energie a umožňuje její opakované využití. Existují různé typy akumulátorů, ale nejčastěji se používají elektrochemické akumulátory. Tyto akumulátory fungují na principu přeměny elektrické energie na chemickou a zpětného procesu, který umožňuje opakované využití. Elektrochemické akumulátory se skládají z článků, které jsou spojeny do akumulátorových modulů. Mezi nejčastěji používané elektrochemické akumulátory patří olověné, nikl-kadmiové, nikl-metal hybridové, lithiové baterie a další. U elektrických motocyklů se nejčastěji využívají lithium-ion baterie. [27]

Lithium-ion baterie (Li-Ion baterie) – jedná se o nabíjecí baterie, které využívají pohyb lithium-iontů mezi anodou a katodou. Tyto baterie jsou ideální pro přenosná zařízení, protože mají vysokou hustotu energie vzhledem k objemu. Jsou velmi běžně používány ve spotřební elektronice a jsou jedním z nejoblíbenějších typů baterií pro přenosné elektronické přístroje, protože mají vynikající poměr energie k hmotnosti, nevykazují paměťový efekt a velmi pomalu se samovolně vybíjejí. Nicméně, nevhodné používání těchto baterií může vést až k explozi. Další nevýhodou je tzv. „stárnutí“, což je významné snižování kapacity nezávisle na tom, zda jsou baterie používány či nikoliv. [27]

### Nabíjení

Je důležité si uvědomit rozdíl mezi dvěma základními typy nabíjení – střídavým (AC) a stejnosměrným (DC) proudem. AC nabíjení se používá u domácích zásuvek (např. klasická 230V zásuvka nebo 5kolíková 3fázová zásuvka) a pomalých nabíjecích stanic, které poskytují střídavý proud, který musí být nejdříve převeden na stejnosměrný a až poté uložen do baterie pomocí palubní nabíječky. Rychlost nabíjení závisí na výkonu palubní nabíječky a konfiguraci nabíjecí stanice. Na druhé straně rychlonabíjecí DC stanice poskytují přímo stejnosměrný proud, což umožňuje rychlejší nabíjení, jelikož motocykl nemusí převádět proud pomocí své palubní nabíječky. [38]

	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	

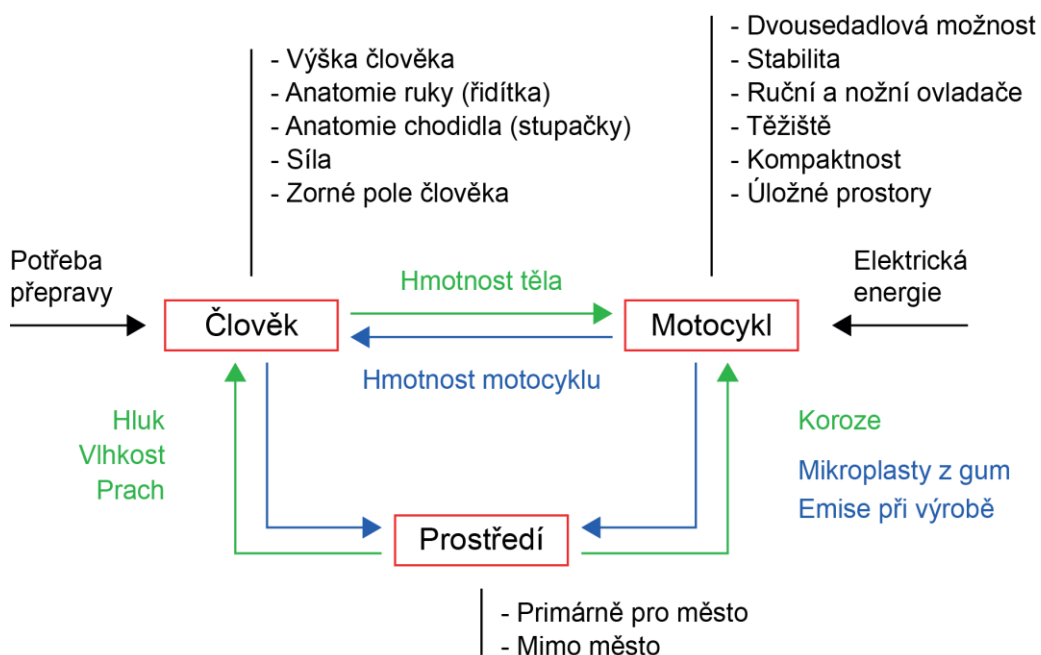
Obr. 2-26 Přehled dobíjecích konektorů. [39]



## Ergonomie

### Ergonomická kategorizace

Jedná se o produkt typu I – dochází zde tedy k uživatelskému kontaktu, kontaktu pomocí ovladačů a sdělovačů, kontaktu nejen rukou a dynamickému využití.

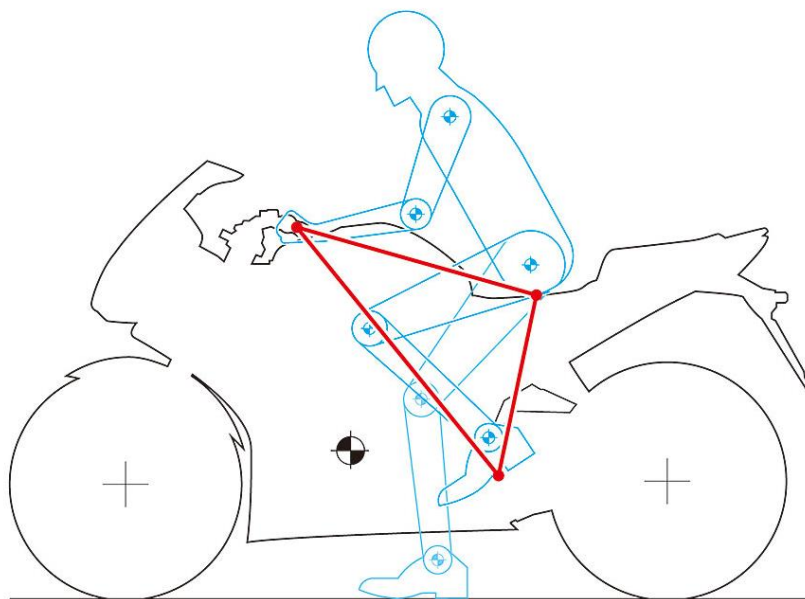


Obr. 2-27 Ergoschéma.

## Posed

Ergonomicky vhodný posed by měl respektovat motocyklový trojúhelník, což je trojúhelník, který vzniká spojením tří bodů – sedadla jezdce, řídicího pádla a stupaček. Úhly trojúhelníku se mění v závislosti na druhu motocyklu. [40]

U standardních/naked motocyklů jsou řídicí pádla nastavena o něco níže než u cestovních motocyklů a poloha stupaček je v ideálním případě pod lokty jezdce nebo kousek za nimi. Motocyklový trojúhelník v tomto případě směřuje dopředu. Tato jízdní poloha příliš nezatěžuje jezdceova záda a krk, ale umožňuje větší kontrolu nad motocyklem. [40]



Obr. 2-28 Motocyklový trojúhelník. [41]

Aby posed byl však pro jezdce celkově pohodlný, musí splňovat i jiné ergonomické parametry. Sedadlo musí být dostatečně úzké, aby šel motocykl bez problémů obejmout stehny. Na což navazuje tvarování kapotáže v oblasti, kde u motocyklů se spalovacím motorem bývá nádrž, jelikož zde také dochází k obejmutí a vynechání tvarování zde nepřipadá v úvahu. Sedadlo by dále mělo mít alespoň částečné tvarové zvednutí na konci, které by zabránilo posunutí jezdce při akceleraci. Toto může být vyřešeno také pomocí mírného naklonění sedadla směrem dopředu. [42]

Největším problémem sedadla je ale jeho samotná výška, která bývá u motocyklů neměnná a jezdci s malým vzrůstem může způsobovat řadu problémů. Průměrná výška sedadla u motocyklů typu „naked“ totiž bývá 813 mm, což je pro postavu o výšce 1 550 mm (5% žena) naprosto nepřijatelné (viz Obr. 2-29), jelikož jezdec by měl při sezení na motocyklu bez obtíží dosáhnout oběma celými chodidly na zem. [43] [44]



Obr. 2-29 Postava – 1 550 mm, sedadlo – 820 mm. [45]

Tito jezdci se tak musí přizpůsobit dané situaci např. nákupem nového nižšího sedadla, což bývá bohužel relativně finančně náročné, nebo snížením odpružení, to však může mít negativní vliv na jízdní vlastnosti, anebo výměnou pneumatik. Pokud toto nechtějí podstupovat, musejí si vybírat motocykl, nikoli podle vlastního přání, ale podle výšky sedadla daného modelu, což může být značně omezující. [46]

Pokud by však sedadlo bylo v nejvyšší výšce, která by stále vyhovovala postavě o výšce 1 550 mm (5% žena), tedy ve výšce mezi 790 mm až 800 mm (viz Obr. 2-30), tak by na druhou stranu zase příliš nevyhovovalo postavě o výšce 1 860 mm (95% muž) (viz Obr. 2-31). [44]



Obr. 2-30 Postava – 1 550 mm, sedadlo – 790 mm. [45]



Obr. 2-31 Postava – 1 860 mm, sedadlo – 790 mm. [45]

Ideální výška sedadla, která vyhovuje malým i velkým postavám, neexistuje a bylo by tedy vhodné vytvořit sedadlo nastavitelné (nejlépe v rozmezí 790-830 mm, což bylo zjištěno díky rozsáhlým analýzám a simulacím), aby byl motocykl vhodný pro co největší množství různě vysokých jezdců. V případě sedadla spolujezdce jsou ergonomické parametry sedadla benevolentnější.

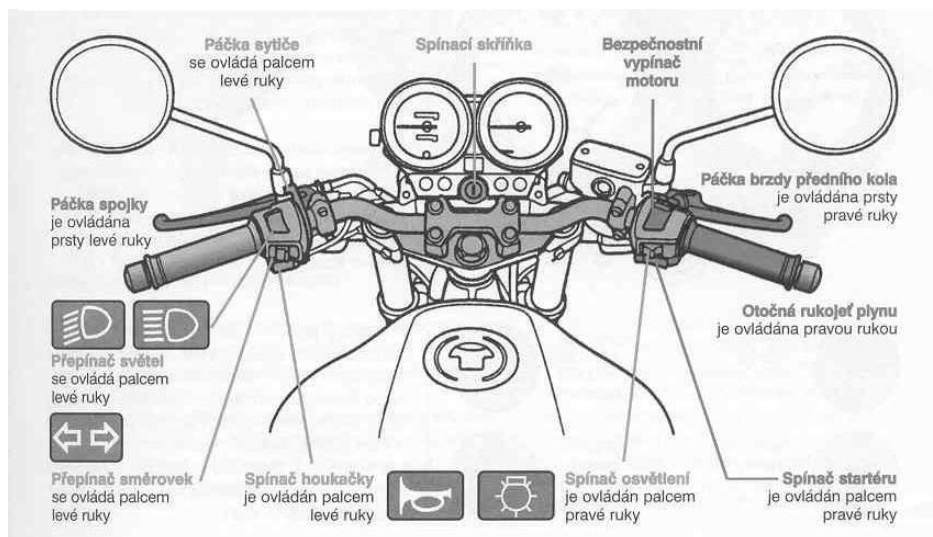
Dalším nepostradatelným aspektem ergonomického posedu jsou také stupačky. Ty by měly být nastavitelné, aby opět umožňovaly různé polohy, které by si mohl jezdec podle své potřeby nastavit, jelikož zabraňují noze, aby během jízdy sklouzla. Důležité jsou také stupačky pro spolujezdce, které zabraňují kontaktu nohy se zadním kolem.



Obr. 2-32 DUCATI PANIGALE V2 – nastavitelné stupačky. [47]

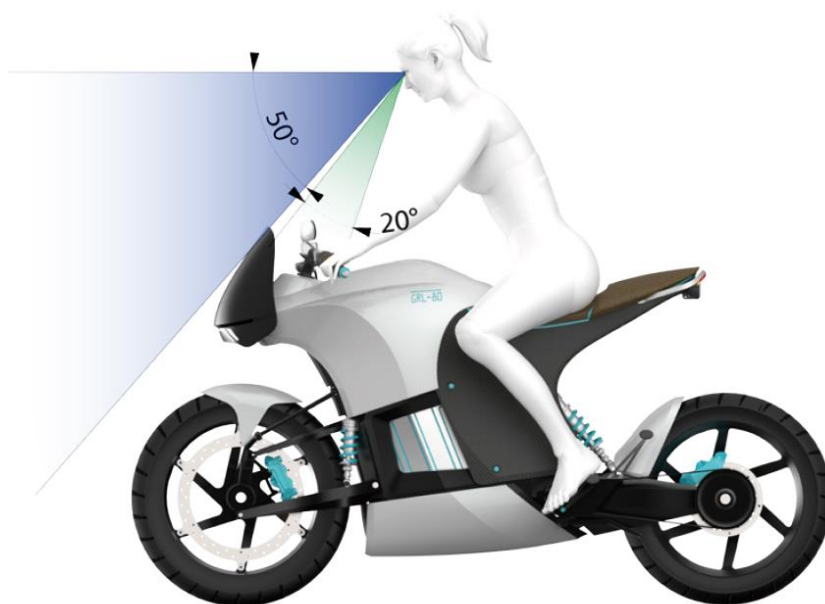
## Ovládací a sdělovací prvky

Na řídítkách motocyklu (v zorném poli jezdce) se obvykle nachází většina ovládacích a sdělovacích prvků. Při porovnání benzínového a elektrického motocyklu mohou být některé ovládací prvky mírně odlišné, jako např. chybějící pedál voliče převodovky a páčka spojky u elektrického motocyklu. Místo páčky spojky může být na elektrickém motocyklu umístěna páčka zadní brzdy, která je u běžného benzínového motocyklu obvykle ovládána pedálem.



Obr. 2-33 Ovládací prvky motocyklu. [48]

Zorné úhly (viz Obr. 2-34) znázorňují, pod jakým úhlem by měl být umístěn displej motocyklu, aby byl pro uživatele dobře čitelný. Dále také umístění předního štítku, který nesmí bránit uživateli ve výhledu.



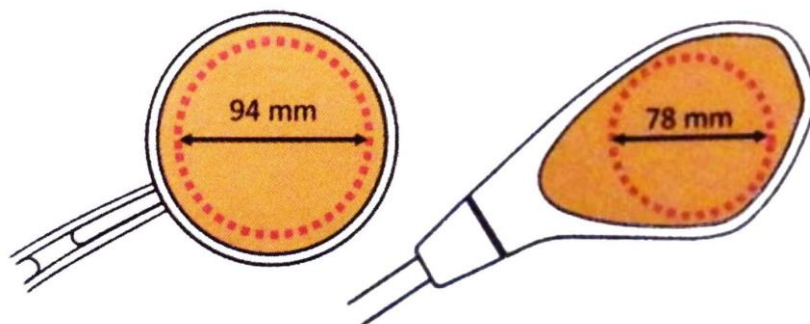
Obr. 2-34 Zorné úhly. [49]



## Zpětná zrcátka

Motocykly, které jsou uvedené do provozu od 1.7.1995 musí mít zpětná zrcátka na obou stranách, a to podle vyhl. č. 102/95 Sb., resp. od 18.8.1999 směrnice 97/24/ES. Zrcátka musí být také seřiditelná a s vnějším okrajem (výčnělky) se zaoblením min. 2,5 mm. [50]

Předpis (EHK 81 resp. 97/24/ES, kapitola 4) dále určuje také minimální/maximální rozměr odrazné plochy, který určuje minimální průměr kruhového zrcátka na 94 mm a nekruhového zrcátka na 78 mm. Zrcátka taktéž nesmí přechýlívat obrys motocyklu více, než je nutné pro splnění jejich funkce – tedy aby bylo dobře vidět dozadu. [50]



Obr. 2-35 Minimální rozměry zpětných zrcátek. [51]

## Osvětlení

Požadavky na montáž světelného zařízení u motocyklů upravují tři základní předpisy, a to Evropská směrnice 2009/67/ES, předpis EHK OSN č. 53 a EHK č.74. [52]

Veškeré motocykly musí být vybaveny dálkovým světloem, potkávacím světloem, směrovými svítilnami, brzdovou svítilnou, přední a zadní obrysovou svítilnou, svítilnou zadní registrační značky a zadní odrazkou jinou než trojúhelníkovou. Motocykly mohou být dále ještě vybaveny např. předním mlhovým světlem, zadní mlhovou svítilnou, výstražným signálem a boční odrazkou jinou než trojúhelníkovou. [52]

## Řidičské oprávnění

Existuje několik typů řidičských oprávnění na motocykl, která se liší v závislosti na věku řidiče nebo typu motocyklu. V podstatě se jedná o kategorie AM, A1, A2, a A. [53]

### Kategorie AM

Oprávnění tohoto typu lze získat již od 15 let (ovšem mezi 15. a 18. rokem života je potřeba souhlasu zákonného zástupce). Umožňuje řídit motocykl s objemem motoru do 50 cm<sup>3</sup> a konstrukční rychlostí do 45 km/h. To zahrnuje elektrické motocykly s výkonem do 4 kW. [53]

Pokud již osoba vlastní řidičské oprávnění skupiny A1, A2, A, B, C nebo D, nemusí si pro motocykl skupiny AM řidičský průkaz zařizovat, jelikož toto oprávnění získává automaticky. [53]

### Kategorie A1

Oprávnění tohoto typu lze získat od 16 let. Umožňuje řídit lehké motocykly s objemem motoru do 125 cm<sup>3</sup> a výkonem nejvýše 11 kW. Tyto motocykly musí mít také navíc poměr výkonu a hmotnosti do 0,1 kW/kg. [53]

### Kategorie A2

Oprávnění tohoto typu lze získat od 18 let. Umožňuje řídit motocykly s poměrem výkonu a hmotnosti do 0,2 kW/kg, jejichž výkon motoru nepřesahuje 35 kW. [53]

### Kategorie A

Oprávnění tohoto typu lze získat po dosažení 24 let (nebo po nejméně 2 letech držení oprávnění skupiny A2). Umožňuje řídit motocykly, které nejsou omezeny objemem motoru, výkonem ani poměrem výkonu a hmotnosti. [53]

## 2.3 Dotazníkové šetření

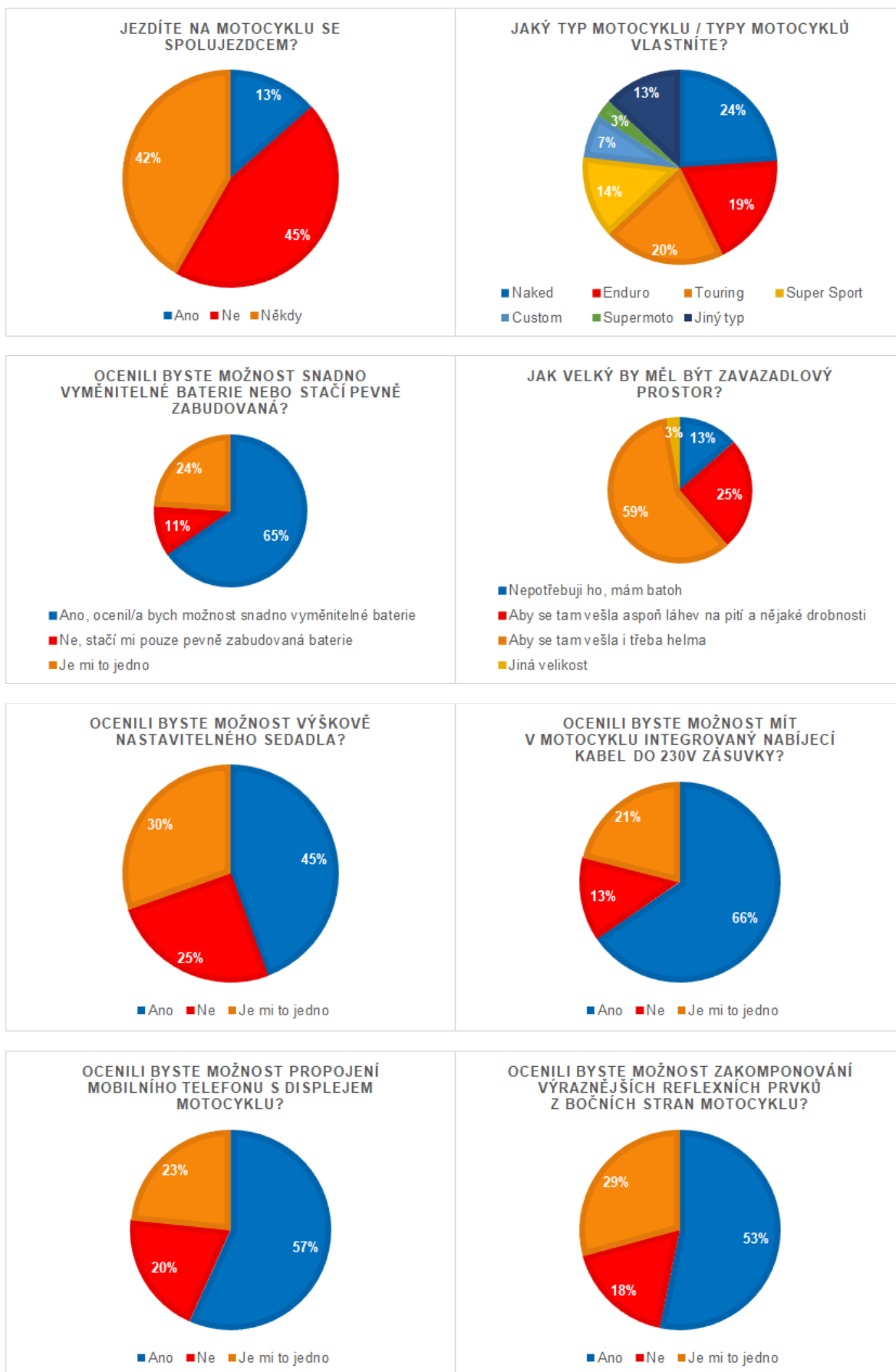
### 2.3.1 Metoda

Dotazníkové šetření probíhalo online pomocí platformy Google Forms, kde celkem 171 respondentů (155 mužů a 16 žen) odpovídalo na 32 různých otázek. Všechny tyto otázky byly vytvořeny na základě různých hloubkových analýz tak, aby jejich odpovědi co nejlépe pomohly formulovat přání a potřeby zákazníků. Dotazník byl rozdělen na dvě primární větve – na motorkáře (96) a nemotorkáře (75). Motorkáři byly dále rozděleni ještě na vlastníky motocyklů se spalovacím motorem (92) a na vlastníky elektrických motocyklů (4). Jednotliví respondenti odpovídaly nejprve na otázky určené pro jejich skupinu a poté na obecné otázky určené všem skupinám. Dotazník byl umístěn na sociální síť a do různých zájmových skupin.

### 2.3.2 Výsledky

Z důvodu velkého množství otázek bylo vybráno pouze 8 nejvíce relevantních, které jsou zde detailně představeny i s jejich odpověďmi, a to pomocí koláčových grafů:





Obr. 2-36 Dotazníkové šetření.

### 2.3.3 Závěr

Z dotazníku jasně vyplývá několik zásadních skutečností:

- se spolujezdcem většina motorkářů nejezdí vůbec nebo jen někdy,
- u motorkářů převažuje motocykl typu „naked“,
- baterie by měla být snadno vyměnitelná,
- zavazadlový prostor by měl mít takové rozměry, aby se tam vešla i helma,
- sedadlo by mělo být výškově nastavitelné,
- v elektrickém motocyklu by měl být zabudovaný nabíjecí kabel,
- displej motocyklu by měl mít možnost propojení s mobilním telefonem,
- motocykl by měl mít na bocích zakomponované reflexní prvky.

Všechny tyto aspekty je potřeba zohlednit při navrhování nového městského motocyklu na elektrický pohon.

## 2.4 Shrnutí hlavních zjištění

Po důkladné rešerši byly vyzorovány opakující se souvislosti mezi designy různých elektrických motocyklů, ze kterých byly následně odvozeny aktuální trendy. Obecně by se motocykly na aktuálním trhu daly rozdělit do dvou hlavních skupin.

První skupina zahrnuje elektrické motocykly, které svým vzezřením připomínají spíše motocykly se spalovacím motorem. Toto je patrné především v případě typického tvarování kapotáže v oblasti „nádrže“, které není vůbec opodstatněné a naprosto nedává smysl. U spalovacích motocyklů je naopak tato část nezbytná a je tedy oprávněná a správná. Dále se jedná např. kapotáž v oblasti baterií nebo elektrického motoru, která se snaží tyto prvky buď nějakým způsobem zakamuflovat nebo rovnou úplně skrýt. Žádný z těchto přístupů není v pořádku, jelikož design sám o sobě vychází z funkce, kterou by měl následovat. Design by měl být upřímný a neměl by si hrát na něco, co není.

Druhá skupina zahrnuje elektrické motocykly, které jdou diametrálně odlišnou cestou. Tyto motocykly naopak naplno odhalují svoji elektrickou podstatu, a dávají celému svému okolí na oddiv svou baterii a elektrický motor a nijak ho neskrývají. Tyto prvky bývají ve většině případů umístěny tak, aby byly ve středu pozornosti. Což je správný a pravdivý přístup, ale bohužel má taky své vady. Tyto motocykly bývají zpravidla velice minimalistické a někdy až příliš strohé. To způsobuje fakt, že tyto motocykly naprosto ztrácí na dynamice, která je u nich velice podstatná. Další slabinou jsou ergonomické aspekty, jež jsou tímto silně negativně ovlivněny. Zejména pak chybějící nebo nedostatečné tvarování kapotáže v oblasti stehen a neergonomické sedadlo. Dále zde je naprosto opomíjen zavazadlový prostor, který je však pro motocykly určené do města naprosto zásadní.

## 2.5 Identifikace novosti a příležitostí

Cílem je navrhnout design motocyklu, který bude respektovat a následovat nejen svoji elektrickou podstatu, ale také veškeré např. ergonomické aspekty a nebude se tedy řadit ani do jedné z výše zmíněných skupin.

Výraznou inovací bude integrace výškově nastavitelného sedadla, díky němuž bude motocykl vhodný prakticky pro jakéhokoliv uživatele. Komfortu také přispějí nastavitelné stupačky nebo ergonomicky tvarovaná kapotáž v oblasti steh.

Jelikož se jedná o motocykl určený do městského prostředí, je pro něj také důležitá integrace dostatečného úložného prostoru. Proto součástí navrhovaného motocyklu bude úložný prostor, který pojme dokonce i třeba helmu, což je u motocyklů nestandardní. Výhodou také bude snadno odnímatelná standardní baterie nebo integrovaný nabíjecí kabel.

## 3 CÍLE PRÁCE

Tato kapitola pojednává o jednoznačné definici produktu a jeho klasifikaci. Dále se zabývá specifikací zákazníka, spotřebitele a následného možného trhu, ceny a použitých výrobních technologií. Součástí je také podrobné vymezení problému. Veškeré údaje vycházejí z informací získaných z tematicky zaměřených a odborných článků, recenzí, knih, produktové dokumentace a uživatelské analýzy.

### 3.1 Vymezení problému

#### 3.1.1 Název produktu a jeho klasifikace

Tématem diplomové práce je design městského motocyklu na elektrický pohon. Tento motocykl lze klasifikovat jako materiální produkt – výrobek, konkrétně jako běžné spotřební zboží, které je užíváno opakovaně a je u něho předpokládána sériová výroba.

#### 3.1.2 Specifikace zákazníka

Zadaná diplomová práce nevzniká ve spolupráci s žádným poptávajícím zákazníkem. Předpokládá se ale, že se může jednat o jakéhokoliv výrobce elektrických motocyklů (např. Zero Motorcycles) nebo elektrických skútrů do městského prostředí, který by měl zájem zrealizovat tento návrh.

#### 3.1.3 Specifikace spotřebitele

Typickým spotřebitelem je obyvatel města nebo jeho blízkého okolí, který bude motocykl využívat primárně jako dopravní prostředek pro pohyb v městském prostředí např. pro cestování do práce. Z tohoto důvodu potřebuje adekvátně velký úložný prostor. Ve volných chvílích chce motocykl ovšem využívat i na projížďky mimo město, a proto se nerozhodl pořídit si skútr. Jedná se o liberálně smýšlejícího člověka střední třídy ve věku cca 25-45 let, který chce být šetrný k životnímu prostředí, chce ulehčit městskému provozu a nevyžaduje klasický vzhled motocyklů se spalovacím motorem.

### 3.1.4 Specifikace trhu, ceny a použitých výrobních technologií

Podle průzkumu můžeme stanovit, že tento produkt bude určen převážně pro evropský trh. Vzhledem k faktu, že cílem je zajistit lepší dostupnost tohoto produktu mezi širším městským obyvatelstvem, by se odhadovaná cena měla pohybovat maximálně kolem 350 000 Kč.

Co se týče samotné výroby elektrického motocyklu, předpokládá se, že rám bude vyroben např. z ocelových profilů, které budou následně svařovány. Možné je také využití technologie hydroformingu nebo lisovaných (popř. litých) hliníkových rámců. Nejčastěji využívaným materiálem na různé další komponenty jsou hliníkové slitiny a na krytování ABS plast, který se pod vysokým tlakem vstříkuje do forem a vytváří tak různé plastové díly karoserie.

### 3.1.5 Vymezení atributů a cílů produktu

Hlavní problém spočívá v tvarování většiny elektrických motocyklů. Velká část aktuálních výrobců se neustále drží vizuální tradice vyplývající z klasických motocyklů se spalovacím motorem, což však u elektrických motocyklů značně postrádá smysl. Tvarování je poté např. zbytečně složité a designéřsky falešné, jelikož neodpovídá použitým komponentům a snaží se je kamuflovat.

Někteří výrobci naopak usilují o vytvoření motocyklů, které naplno přiznávají elektrický pohon a tvarování vytvoří jednoduché a minimalistické. Zde však často nastává problém z pohledu ergonomie, jelikož výsledný produkt často z mnoha pohledů neodpovídá ergonomickým standardům. Další problémy se např. týkají relativně krátkého dojezdu nebo malého úložného prostoru, který je u městských motocyklů vyžadován.

Na základě důkladné analýzy problémů byla sestavena tabulka (Tab. 3-1) zachycující konkrétní atributy a cíle, kterých je potřeba v rámci diplomové práce dosáhnout.

<b>Charakteristika</b>	<b>Cíle</b>	<b>Omezení</b>	<b>Funkce</b>	<b>Prostředky</b>
Zajištění optimálního dojezdu	✓			
Zakomponování dostatečného úložného prostoru	✓		✓	
Optimalizované ergonomické řešení konstrukce vhodné pro městský provoz	✓			
Respektování umístění SPZ		✓		
Intuitivní a snadné ovládání	✓		✓	
Odlišení od stávající produkce	✓			
Design respektující uspořádání a rozměry vnitřních komponent	✓	✓		

Tvar sedadla zabraňující samovolnému posouvání	✓			
Tvar kapotáže přizpůsobený tvaru stehů	✓			
Použití snadno vyměnitelné baterie	✓	✓		✓
Motocykl musí tvarově odpovídat jezdcovi	✓			
Motocykl by neměl působit nadměrně hmotně	✓			
Vhodné tvarové a barevné členění				✓
Dvousedadlová varianta		✓	✓	
Začlenění příhrádky na mobil s možností nabíjení			✓	✓
Zajištění bezpečné a komfortní jízdy	✓			
Vhodné zvolení elektromotoru a baterie	✓	✓	✓	
Cenová dostupnost	✓			
Dodržení norem týkajících se elektrických motocyklů		✓		
Zakomponování nabíjecího kabelu			✓	✓
Zajištění vizuální vyváženosti	✓			
Dbát na snadnou údržbu a udržitelnost		✓		

Tab. 3-1 Vymezení atributů a cílů produktu.

## 3.2 Cíle vývoje

Hlavním cílem této diplomové práce je navrhnout koncept městského motocyklu na elektrický pohon s ohledem na technologické a ergonomické požadavky. Motocykl bude určen primárně pro každodenní pohyb po městě a jeho blízkém okolí. Důraz by měl být kladen na atraktivní design a splnění funkčních požadavků nutných pro městskou mobilitu.

### Dílní cíle diplomové práce:

- minimalizace problémů s dojezdem,
- vyřešení dostatečného úložného prostoru,
- ergonomické řešení odpovídající městskému provozu,
- zajištění snadného a intuitivního ovládní,
- odlišení od stávající produkce,
- návrh respektující umístění jednotlivých komponent,
- adekvátní volba použitých materiálů,
- vhodně graficky řešený informační displej,
- návrh vhodného barevného řešení.

## 4 KONCEPČNÍ NÁVRH

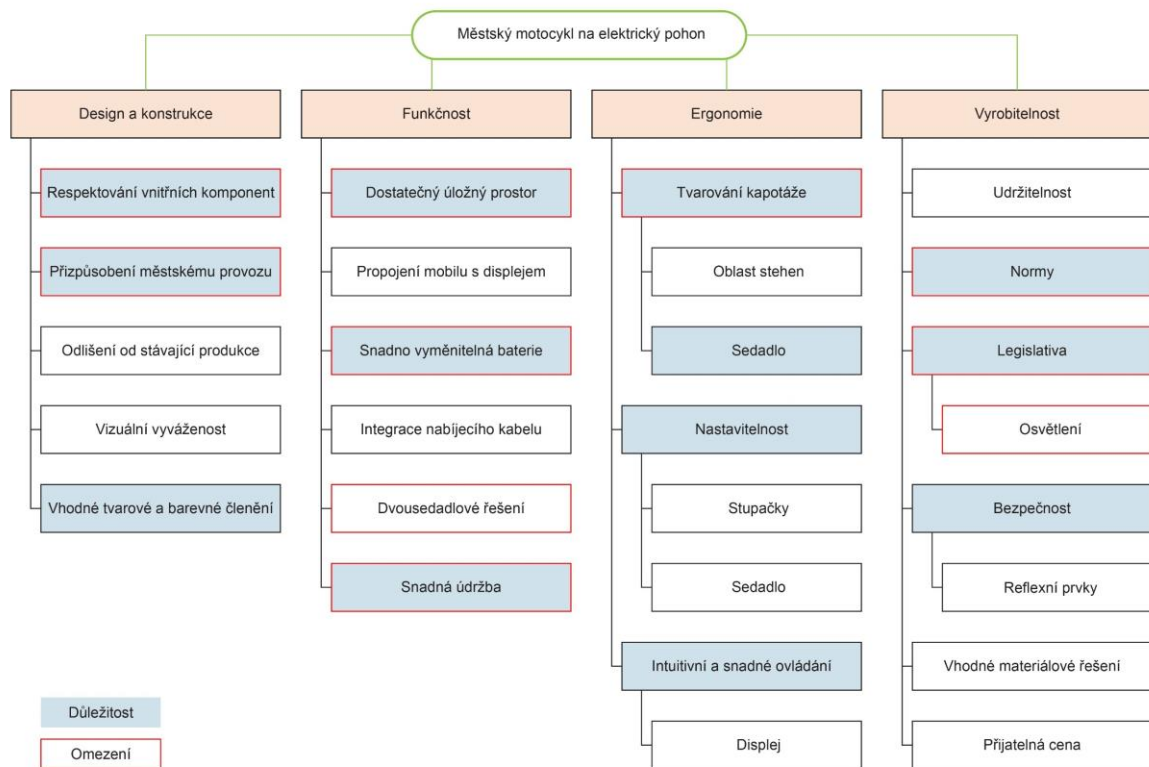
### 4.1 Analýza cílů a specifikace omezení

Jednotlivé cíle a omezení, které se vyskytují v předešlé kapitole, byly následně analyzovány a rozděleny do čtyř hlavních kategorií. Dále byly děleny také podle jejich důležitosti a vlivu na finální produkt (Obr. 4-1).

#### Cíle a omezení:

1. Design a konstrukce
  - respektování vnitřních komponent,
  - přizpůsobení městskému provozu,
  - odlišení od stávající produkce,
  - vizuální vyváženost,
  - vhodné tvarové a barevné členění,
2. Funkčnost
  - dostatečný úložný prostor,
  - možnost propojení mobilu s displejem,
  - snadno vyměnitelné baterie,
  - integrace nabíjecího kabelu,
  - dvousedadlové řešení,
  - snadná údržba,
3. Ergonomie
  - tvarování kapotáže (oblast stehen, sedadlo),
  - nastavitelnost (sedadlo, stupačky),
  - intuitivní a snadné ovládání (displej),
4. Vyrobitelnost
  - udržitelnost,
  - normy,
  - legislativa (osvětlení),
  - bezpečnost (reflexní prvky),
  - vhodné materiálové řešení,
  - přijatelná cena.





Obr. 4-1 Strom cílů a omezení.

## 4.2 Technická a funkční analýza

Pro upřesnění předběžného návrhu byly na základě technické analýzy zvoleny některé technické parametry a funkční části, ze kterých daná alternativní řešení vychází. Tyto faktory byly následně rozděleny do pěti oblastí:

### 1. Pohon

- synchronní motor,
- výkon – kolem 25 kW,
- vyjímatelná baterie (lithium iontové články) – 4,5 kWh,

### 2. Konstrukce

- rám – uzavřený,
- odpružení předního kola – upside-down vidlice,
- odpružení zadního kola – dvouramenná kyvná vidlice s centrálním tlumičem,
- brzdový systém – kotoučové brzdy,
- kola – Ø 17“,
- přední pneumatika – šířka 110 mm (profil 70),
- zadní pneumatika – šířka 140 mm (profil 70),

### 3. Ergonomie

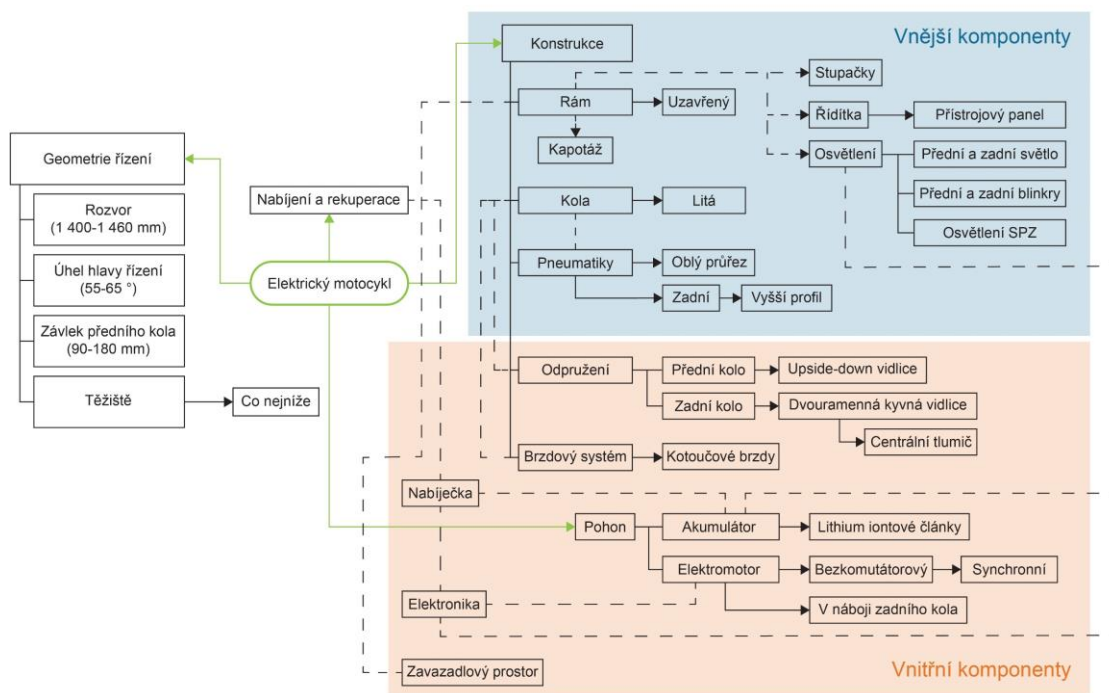
- kapotáž respektující tvar stehen,
- nastavitelné sedadlo (790-830 mm),
- tvarování sedadla zabráňující náhodnému posouvání,
- nastavitelné stupačky,
- přístrojový panel v zorném poli uživatele,

### 4. Osvětlení

- přední a zadní světla,
- přední a zadní blinkry,
- osvětlení SPZ,
- reflexní prvky (boční strany motocyklu),

### 5. Modifikační část

- úložný prostor,
- přídatná baterie.



Obr. 4-2 Glass box.

### 4.3 Návrh alternativních řešení

V této kapitole je popsán postupný proces navrhování, který následně vedl k vytvoření tří alternativních řešení, ze kterých byla vybrána nejlepší varianta, jež byla dále rozpracována. Tento proces respektoval poznatky zjištěné především z designérské a technické analýzy, a také dotazníkového šetření.

Při vytváření variantních studií bylo využíváno digitální skicování, a to především z bočního pohledu motocyklu, jelikož nejvíce reflektuje celkový vzhled.



Obr. 4-3 Prvotní skici.

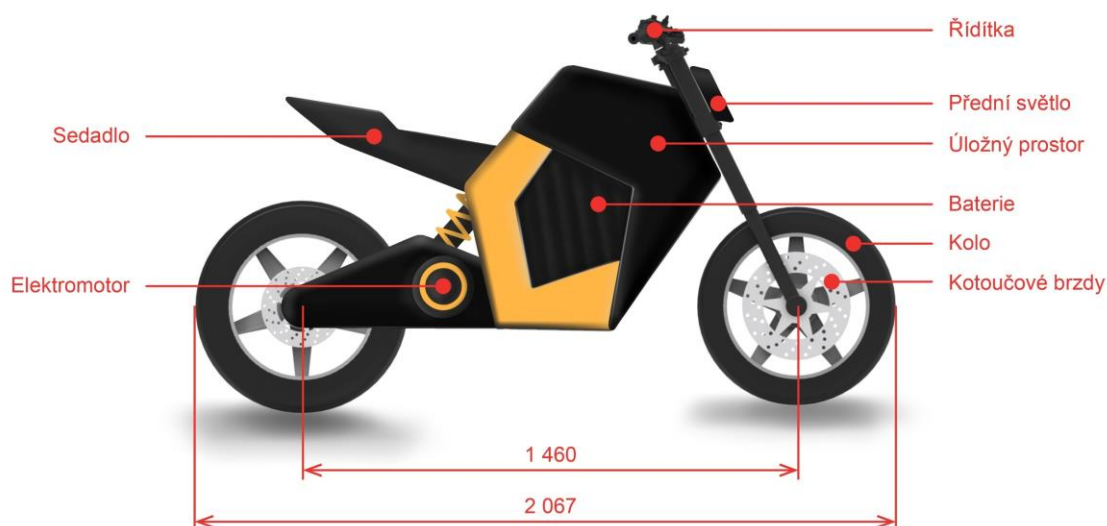
### 4.3.1 Alternativní řešení – Varianta 1

První varianta byla navržena v ryze hranatém a ostrém stylu. Úložný prostor, do kterého se může v případě potřeby vložit přídatná baterie a zvýšit tak dojezd, se nachází v přední části motocyklu. Přístupný je shora přes otvíratelné víko a je vybaven dostatečnou úložnou kapacitou. Jeho umístění je zřejmé již na první pohled, jelikož je od zbytku kompozice oddělen tmavou kapotáží, která následně plynule přechází a lemují celou přední oblast. Ve stejné barvě je řešena sedadlová část, které respektuje linie vyplývající z celé kompozice a je vhodná především pro jednoho jezdce. Vyjímatelná baterie je umístěna v samotném srdci stroje a je obklopena rámem vyvedeným v akcentní oranžovo-žluté barvě. Díky tomu na sebe strhává veškerou pozornost a vzkazuje tak zřetelnou zprávu do světa, že se jedná o motocykl na elektrický pohon.

Jako negativní se může zdát snaha o členitost jednotlivých částí, aby motocykl nepůsobil příliš masivně, jež může být vnímána někdy náhodně a nesourodě. Tento fakt lze nejvíce vidět v oblasti sedadla, které je jakoby odstřižuté od zbytku motocyklu. Nevýhodou také může být možná až příliš ostré tvarování a celkové vzezření motocyklu, které částečně navozuje dojem „enduro“ motocyklu a nikoli motocyklu do města.



Obr. 4-4 Varianta 1.

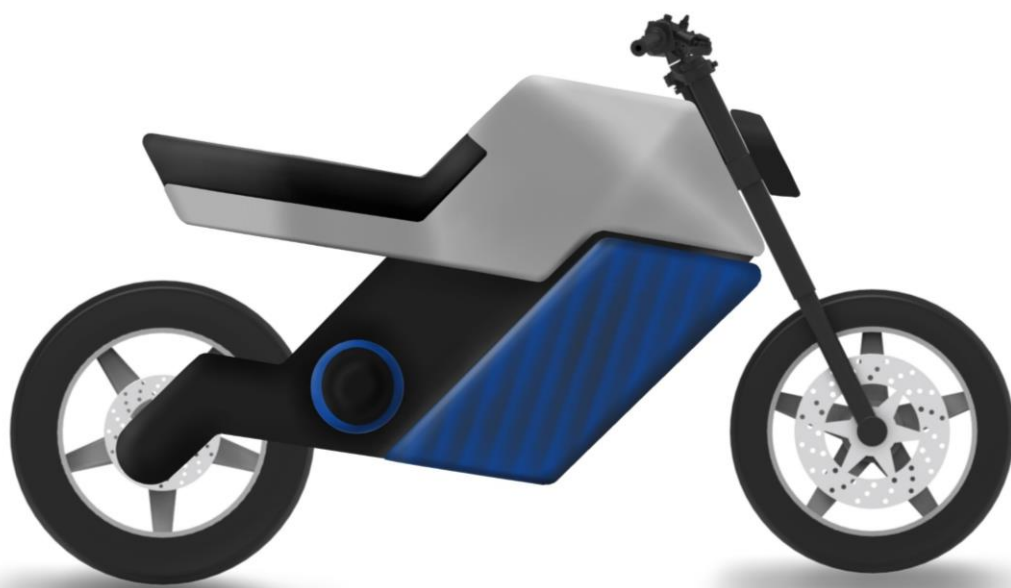


Obr. 4-5 Varianta 1 – základní rozměry a popis jednotlivých částí.

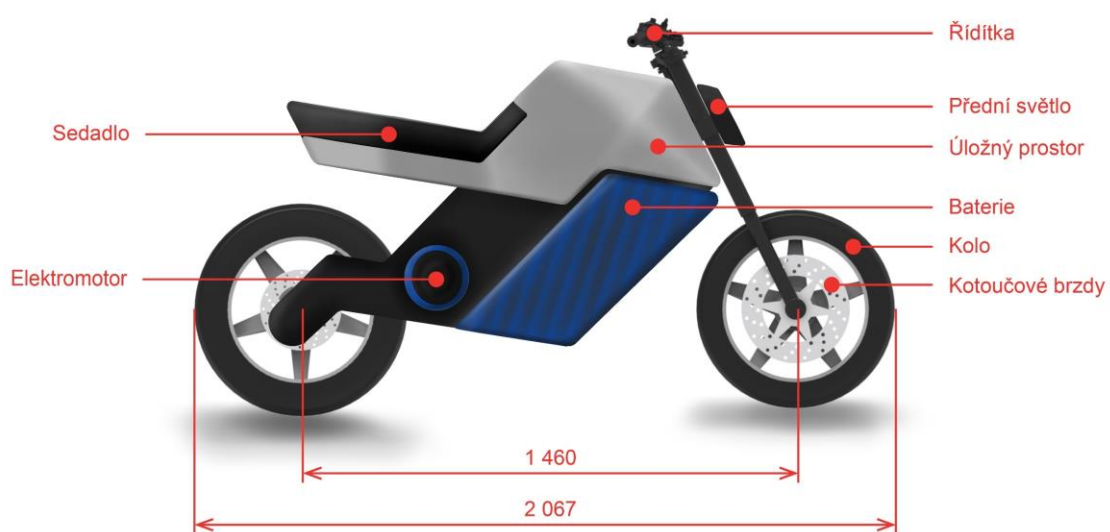
#### 4.3.2 Alternativní řešení – Varianta 2

Druhá varianta byla navržena tak, aby následovala tři hlavní linie, které se v celém konceptu opakují. První linie je rovnoběžná s osou přední vidlice, druhá se sklonem sedadla a třetí reflektuje naklonění přední sedadlové zarážky. Díky tomuto tvarování působí motocykl velice jednotně, kultivovaně a zároveň moderně. Úložný prostor, do kterého se může vložit další přídavná baterie, se opět nachází v přední části a je přístupný shora přes otevíratelné víko. Jeho objem je přizpůsoben podmínce, že se do něj musí vejít helma. Kapotáž zde plynule přechází do sedadlové části, jež je uzpůsobena pro dva jezdce. Bateriový blok, v modré barvě, je umístěn pod úložným prostorem a je na první pohled rozeznatelný, a to díky barevnému členění. Toto řešení umožňuje velice snadné odnímání a celkově výměnu baterie, což představuje výraznou výhodu.

Jako ne příliš ideální hodnotím optickou mohutnost tohoto motocyklu, jež je způsobena relativně nízkou členitostí povrchu. Z ergonomického hlediska není úplně vyhovující tvarování kapotáže v oblasti stehen, což může zhoršovat zážitek a pocit z jízdy.



Obr. 4-6 Varianta 2.



Obr. 4-7 Varianta 2 – základní rozměry a popis jednotlivých částí.



### 4.3.3 Alternativní řešení – Varianta 3

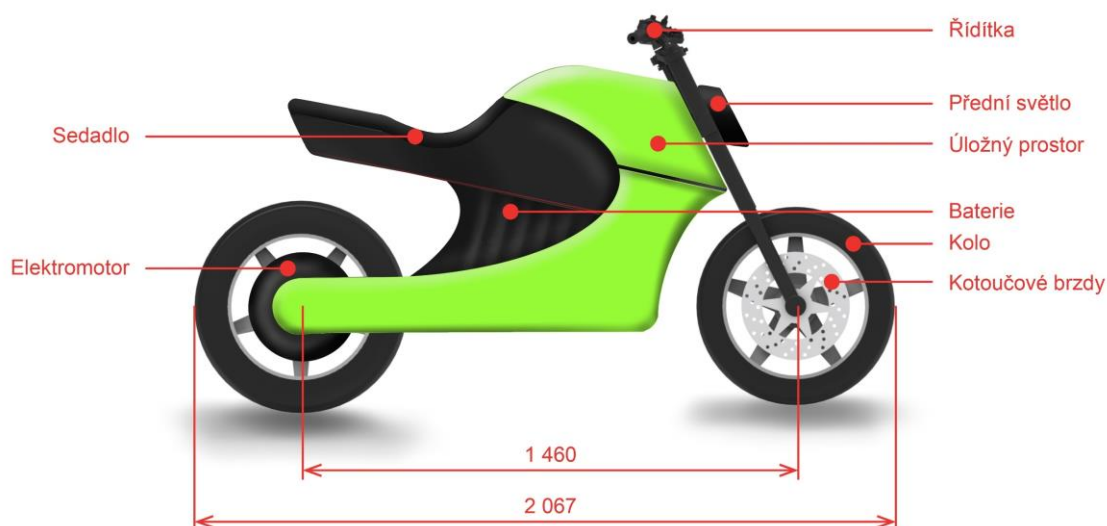
Třetí varianta se snaží jít, na rozdíl od variant předcházejících, organickým směrem. Nejvýraznější prvkem je tvarování kapotáže v zelené barvě, které propojuje celý motocykl od řídicích až po zadní kolo a opticky zlehčuje jinak relativně masivně působící motocykl. Úložný prostor je opět v přední části a je přístupný díky otevíratelnému víku. I zde je možnost do něj vložit přídatnou baterii a zvýšit tak dojezd. Jeho objem poskytuje dostatečné místo i pro malé zavazadlo nebo helmu. Sedadlová část navazuje na zbytek koncepce a poskytuje možnost pohodlného posazení dvou jezdců. Spodní část sedadla je olemována výrazným červeným podsvícením, které respektuje tvarování kapotáže v přední části. Baterie jsou umístěny opět pod úložným prostorem a jsou integrovány do konstrukce a částečně zakrytovány kapotáží. Motor je umístěn v náboji zadního kola.

Jako hlavní negativum hodnotím nemožnost snadného vyjmutí baterie, jelikož je součástí konstrukce a schovává se zčásti pod kapotáží. Nevýhodou je také využití motoru umístěného v náboji zadního kola, které přináší problémy s vyšší neodpruženou hmotností, jež způsobuje zhoršení jízdních vlastností.



Obr. 4-8 Varianta 3.





Obr. 4-9 Varianta 3 – základní rozměry a popis jednotlivých částí.

#### 4.3.4 Morfologická analýza

Výsledné varianty byly následně srovnány pomocí morfologické analýzy, pro kterou byly zvoleny následující popisované prvky:

- typ motoru,
- velikost úložného prostoru,
- kapotáž respektující potřeby jezdce,
- počet míst pro jezdce,
- odnímatelnost baterie,
- vizuální vyváženost jednotlivých komponent,
- celkové tvarové řešení,
- míra odlišení od konkurence.

V následující morfologické analýze (Tab. 4-1) jsou vhodné prvky návrhu označeny **zelenou barvou**, středně vhodné prvky označeny **oranžovou barvou** a nepříliš vhodné prvky **červenou barvou**.

Řešená problematika	1	2	3
Typ motoru	Vně kola	Vně kola	V náboji
Velikost úložného prostoru	Dobrá	Dobrá	Dobrá
Kapotáž respektující potřeby jezdce	Dobrá	Dostatečná	Dobrá
Počet míst pro jezdce	Primárně jeden	Dva	Dva

Odnímatelnost baterie	Ano	Ano	Ne
Vizuální vyváženost jednotlivých	Dostatečná	Dobrá	Dostatečná
Celkové tvarové řešení	Dobré	Progresivní	Progresivní
Míra odlišení od konkurence	Částečná	Značná	Značná

Tab. 4-1 Morfologická analýza.

## 4.4 Analýza alternativních řešení a výběr nejlepšího

### 4.4.1 Zhodnocení variant

Aby se analýza dala považovat za kompletní bylo nutné provést ještě konečné zhodnocení jednotlivých variant na základě již dříve vytyčených parametrů. Tyto parametry byly:

- typ motoru,
- velikost úložného prostoru,
- snadno vyměnitelná baterie,
- dvousedadlové řešení,
- ergonomické tvarování sedadla,
- tvarování v oblasti stehen,
- vizuální vyváženost,
- odlišení od stávající produkce,
- dynamičnost vzhledu,
- obecně tvarování.

Hodnocení jednotlivých variant probíhalo pomocí udělování bodového hodnocení každému požadavku na základě míry jeho splnění, a to v rozmezí 1 až 10.

Aspekty hodnocení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Typ motoru	9	9	6
Velikost úložného prostoru	9	9	10
Snadno vyměnitelná baterie	8	10	2
Dvousedadlové řešení	5	8	8
Ergonomické tvarování sedadla	8	7	9
Tvarování v oblasti stehen	8	7	8

Vizuální vyváženost	7	9	8
Odlišení od stávající produkce	6	8	9
Dynamičnost vzhledu	6	7	8
Obecně tvarování	7	9	9
<b>Celkem</b>	<b>73</b>	<b>83</b>	<b>77</b>

Tab. 4-2 Zhodnocení variant.

Na základě zhodnocení jednotlivých alternativních řešení vyšla nejlépe druhá varianta. Byla ze všech nejvíce progresivní a inovativní, a to hlavně z pohledu tvarového řešení. Také nejlépe respektovala předem vytyčené parametry a cíle. Stále zde byl ale prostor na další vývoj.

## 5 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH

### 5.1 Matematický model

Z důvodu určení správného objemu, který bude zabírat bateriový blok poskládaný z jednotlivých článků o celkové kapacitě 4,5 kWh, bylo nutné provést kontrolní výpočet. Do bateriového bloku byly vybrány nabíjecí průmyslové články s těmito parametry:

Goowei Nabíjecí průmyslový článek	
Kategorie	18650 Li-ion
Hmotnost (kg)	0,05
Typ	LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> / LiNiMnCoO <sub>2</sub> (Li-Ion)
Velikost	18650
Tvar	válcový
Rozměry (mm)	18,1 x 64,8
Nominální napětí (V)	3,7
Kapacita (mAh)	2 500
Obal	folie
Cena (Kč)	150

Tab. 5-1 Goowei Nabíjecí průmyslový článek. [54]

Pro výpočet převedeme tyto parametry:

Celková kapacita  $4,5 \text{ kWh} = 4\,500 \text{ Wh}$

Kapacita článku  $2\,500 \text{ mAh} = 2,5 \text{ Ah}$

Vypočítáme kapacitu jednoho článku:

$$2,5 \times 3,7 = 9,25 \text{ Wh}$$

Počet článků tedy bude:

$$4\,500 \div 9,25 \cong 487 \text{ článků}$$

Dále vypočítáme objem jednoho článku za pomoci vzorce pro výpočet objemu ( $V$ ) válce, ve kterém figuruje poloměr ( $r$ ) a výška ( $v$ ) daného válce:

$$V = \pi \times r^2 \times v$$

$$\pi \times (18,1 \div 2)^2 \times 64,8 = 16\,673,32 \text{ mm}^3$$

Celkový objem všech článků tedy bude přibližně:

$$487 \times 16\,673,32 = 8\,119\,905,94 \text{ mm}^3 = 8,12 \text{ l}$$

Celková hmotnost všech článků tedy bude:

$$487 \times 0,05 = 24,35 \text{ Kg}$$

Objem bateriového bloku tvořeného 487 články bude o něco málo větší, než nám říká výpočet, jelikož je nutné počítat s faktem, že jednotlivé naskládané články na sebe přímo tvarově nenavazují a vytváří kolem sebe částečný „prázdný“ objem. Dále je nutné brát v úvahu samotný plechový kryt bateriového bloku, příslušnou elektroniku a ostatní komponenty, které budou zabírat zhruba 10-15 % z celkové hmotnosti bateriového bloku.

## 5.2 Určení tvarů, rozměrů a materiálů

### Určení tvarů

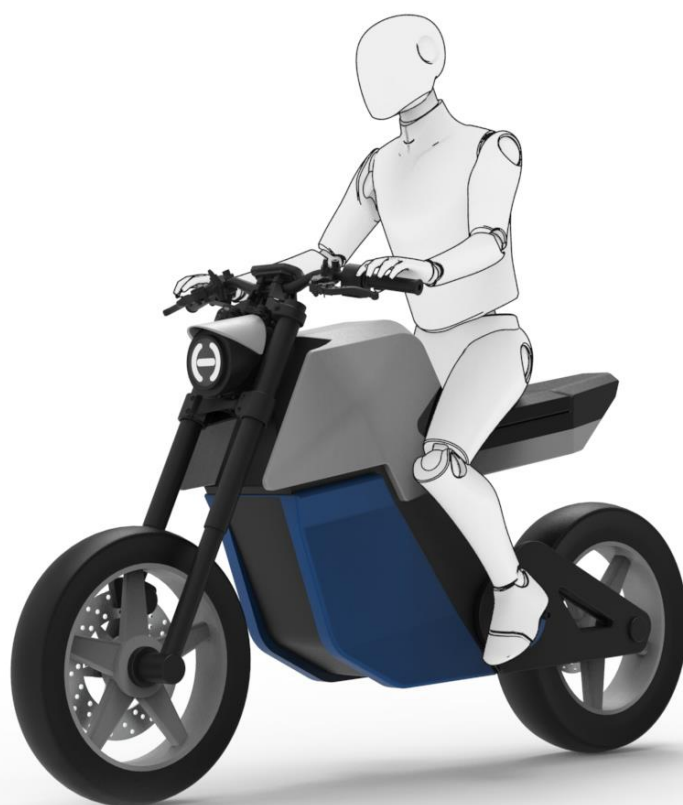
Ze zhodnocení variant vyplynulo (viz 4.4.1), že nejperspektivnější bylo alternativní řešení č. 2, které bylo následně dále rozpracováno. Nejvýraznější změna se týkala hlavně obměny tvarování zadní kyvné vidlice a také bateriového bloku, který byl pozměněn z důvodu navýšení kapacity. Dále došlo k mírným změnám tvarování kapotáže, zejména v oblasti stehen jezdce, kvůli zvýšení komfortu při jízdě.



Obr. 5-1 Předběžný návrh (1).



Obr. 5-2 Předběžný návrh (2).

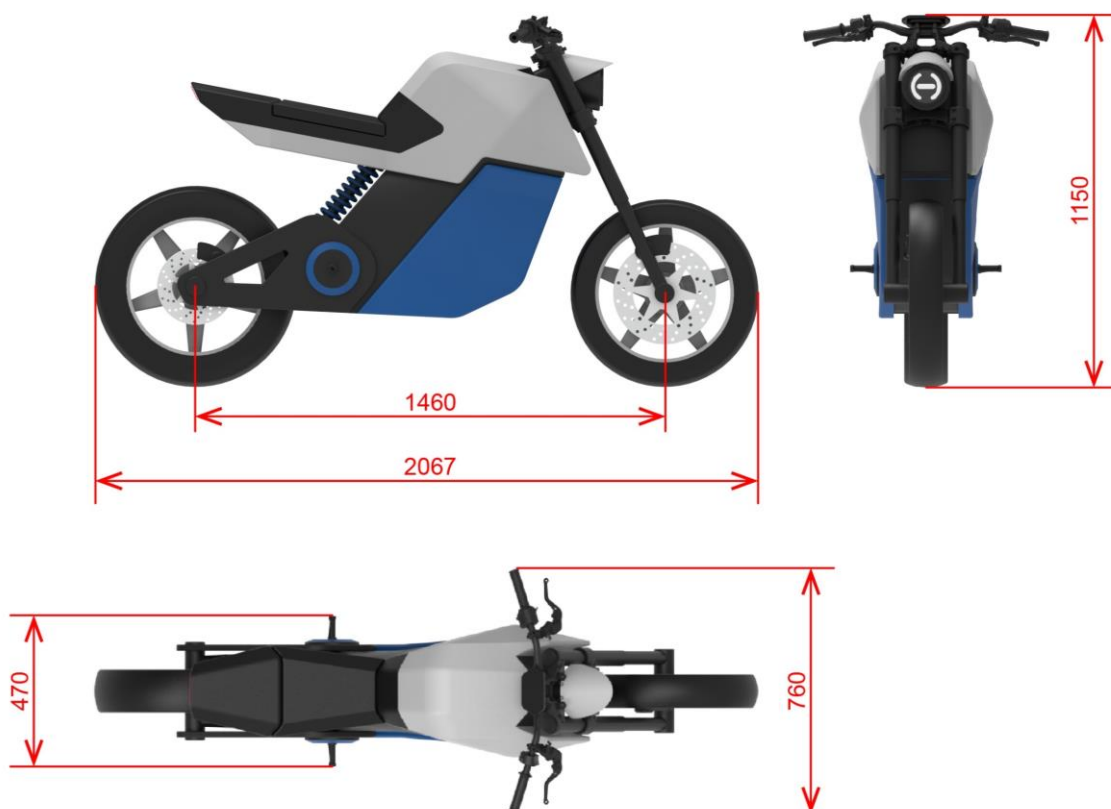


Obr. 5-3 Předběžný návrh – 50% muž (1 770 mm).

### Určení rozměrů:

- rozvor: 1 460 mm,
- úhel hlavy řízení: 64°,
- výška sedadla: nastavitelná (790-830 mm),
- kola: Ø 17",
- přední pneumatika: šířka 110 mm, profil 70,
- zadní pneumatika: šířka 140 mm, profil 70,
- přední kotoučová brzda: Ø 320 mm,
- zadní kotoučová brzda: Ø 240 mm,
- celková délka motocyklu: 2 067 mm,
- celková výška motocyklu: 1 150 mm.

Jednotlivé rozměry motocyklu a dalších jednotlivých komponent byly zvoleny na základě analýz provedených v rešerši na stav techniky (viz 2.2), zejména pak také z obecných rozměrů motocyklu typu „naked“, jelikož tento typ byl vybrán jako vzor pro zpracování této diplomové práce. Zvolen byl z důvodu své vhodnosti do města a dominanci na trhu (viz 2.2.3), což vyloučilo i z dotazníkového šetření (viz 2.3).



Obr. 5-4 Předběžný návrh – základní rozměry.





Obr. 5-5 Předběžný návrh – nastavitelné sedadlo.

#### Určení materiálů:

- rám: slitina hliníku (lisování),
- kapotáž: plech, ABS plast (vstříkování do formy),
- kola: slitiny hliníku (odlévání),
- pneumatiky: pryž,
- kotoučové brzdy: ocel (odlévání).

Určení materiálů (a jejich zpracování) bylo taktéž zvoleno na základě provedených rešerší, a to zejména technické analýzy (viz 2.2.3).

## 5.3 Odhad výrobních nákladů a objemu výroby

### 5.3.1 Odhad ceny

Odhadovaná pořizovací cena městského motocyklu na elektrický pohon se pohybuje v rozmezí 300 000-350 000 Kč. Tento odhad ceny vychází především z použitých komponent (jako jsou baterie nebo elektromotor), využitých materiálů, ze způsobu výroby, a také z analýzy cenové nabídky elektrických motocyklů od konkurence.

### 5.3.2 Předpokládaný objem výroby

Při případném zahájení produkce se předpokládá sériová výroba. Očekává se produkce přibližně 7 000 kusů/rok. Elektrický motocykl je určen primárně pro evropský trh, konkrétně pro lidi, kteří žijí ve městě nebo jeho blízkém okolí (viz 3.1.3 Specifikace spotřebitele).

Výsledkem této diplomové práce bude průmyslový vzor Fprum.



Obr. 5-6 Fotografie modelu (M 1:6) předběžného návrhu (1).



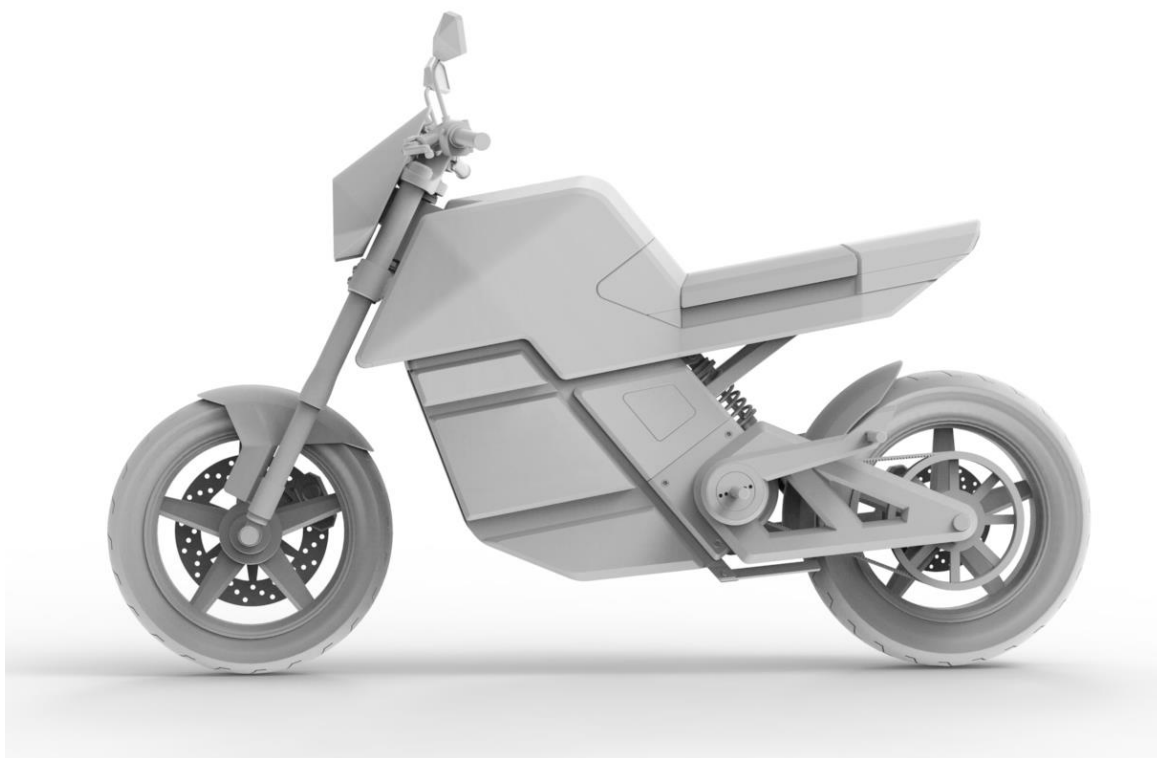
Obr. 5-7 Fotografie modelu (M 1:6) předběžného návrhu (2).

## 6 DETAILNÍ NÁVRH

### 6.1 Tvarové řešení

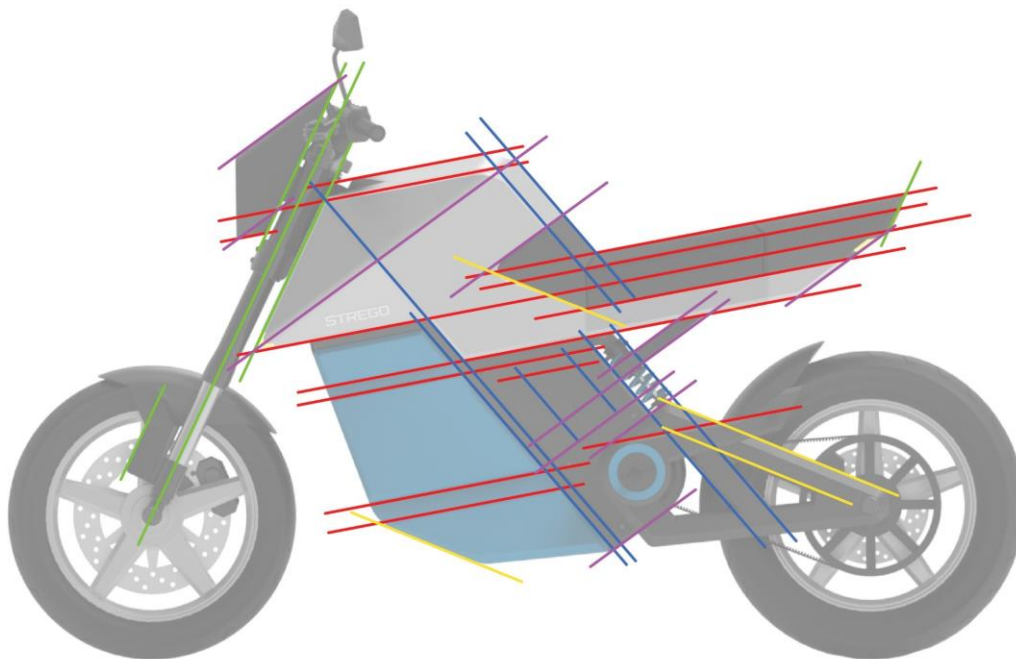
#### 6.1.1 Proporce a kompozice

Koncept motocyklu byl navržen tak, aby byl co nejvíce minimalistický, reflektoval fakt, že se jedná o motocykl na elektrický pohon (a nesnažil se ho jakýmkoliv způsobem skrýt), ale zároveň aby byl funkční a splňoval veškeré technické, technologické, a hlavně ergonomické parametry. Důležitá byla také skutečnost, aby jednotlivé části odrážely konstrukci a další vnitřní komponenty.



Obr. 6-1 Hmota motocyklu.

Celá kompozice byla vytvořena s cílem, aby všechny jednotlivé části na sebe perfektně navazovaly, aby bylo docíleno tvarové čistoty a vzájemné harmonie. To vše bez ztráty patřičné dynamiky a elegance. Z tohoto důvodu jsou v celém návrhu dodrženy tři hlavní řídicí směry (viz Obr. 6-2), a to linie odvozená od naklonění sedadla (vyznačena červenou barvou), dále linie vycházející z náklonu přední vidlice (vyznačena zelenou barvou) a linie, která opticky celý motocykl propojuje (vyznačena modrou barvou). Tyto základní směry byly dále doplněny ještě o dva doplňkové (vyznačeny jsou žlutě a fialově), které jsou od nich odvozeny.



Obr. 6-2 Hlavní linie.

Celkový design motocyklu byl vytvořen ve spíše hranatém, až částečně ostrém stylu, aby i při respektování minimalistického tvarování motocykl nepůsobil nudně a nezajímavě. Dále také z důvodu, aby tvarově navazoval na design některých současných minimalistických elektrických motocyklů, jež se tímto způsobem snaží obecně odlišit od přílišné organičnosti motocyklů se spalovacím motorem.



Obr. 6-3 Perspektivní pohled – zepředu.

Souhrnná hmota samotného motocyklu by se dala rozdělit do čtyř hlavních částí. Jedná se o hlavní kapotáž zahrnující úložný prostor, dále sedlová část, bateriový blok a v neposlední řadě úsek s pohonnou jednotkou a nabíječkou. Díky tomuto členění (jež je zároveň funkční a navazuje na vnitřní konstrukci) motocykl nepůsobí příliš hmotně, čemuž napomáhá také barevné dělení těchto částí, jež nám zároveň umožňuje jednoduché a intuitivní rozpoznání jednotlivých důležitých oblastí, bez hlubší znalosti stroje.



Obr. 6-4 Boční pohled – barevné a tvarové členění.

### 6.1.2 Hlavní kapotáž

Samotná kapotáž zakrývá pouze část motocyklu, a to především z důvodu, že se jedná o motocykl typu „naked“. Hlavní kapotáž se nachází v oblasti úložného prostoru (v přední části motocyklu) a poté plynule přechází do sedlové části. Celá kompozice tak působí provázaně a kultivovaně. Tato skutečnost je dále ještě umocněna liniovou návazností, jež je zde všude aplikována. Hlavní kapotáž je od zbytku hmoty motocyklu oddělena výraznou spárou, jež je tvořena částečným odhalením samotného rámu a tvarově reflektuje hlavní kapotáž.



Obr. 6-5 Detail hlavní kapotáže.

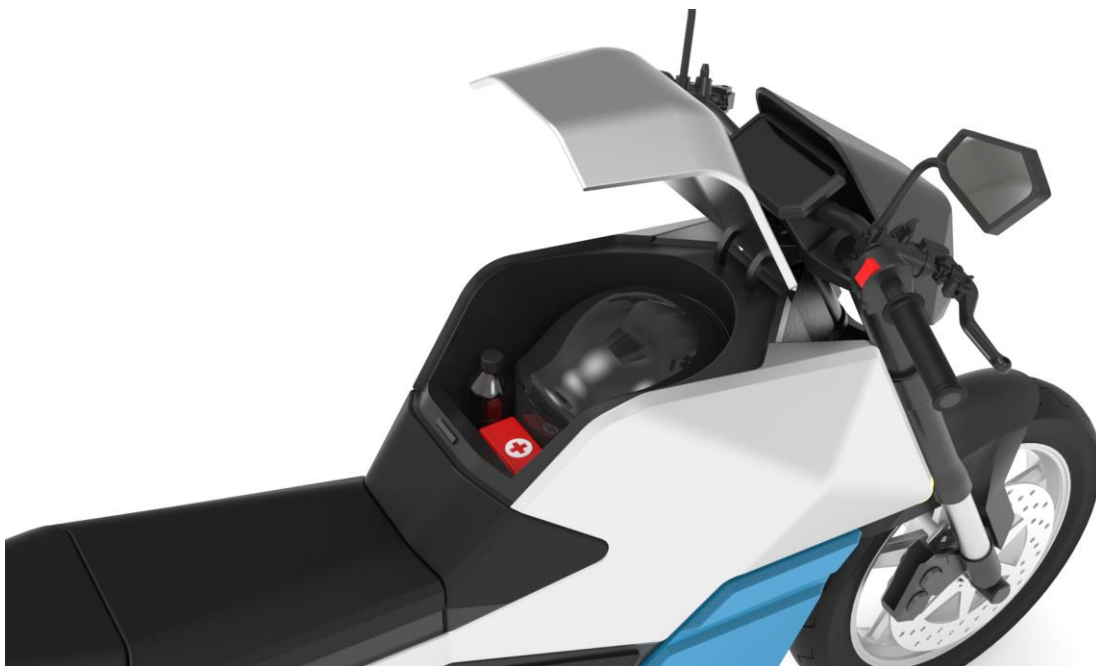
Tvarování hlavní kapotáže bylo dále silně ovlivněno nároky na ergonomii, a proto v oblasti pod sedlovou částí je velice úzká a poté, u stehen jezdce, dochází k značnému rozšiřování, aby zde docházelo k rovnoměrnému kontaktu jezdce s hmotou motocyklu, z důvodu většího komfortu při jízdě a zajištění lepší ovladatelnosti stroje. Kapotáž pak dále pokračuje směrem dopředu, kde se následně opět zužuje a plynule navazuje na přední vidlici a vizuálně tak kompozici uzavírá.



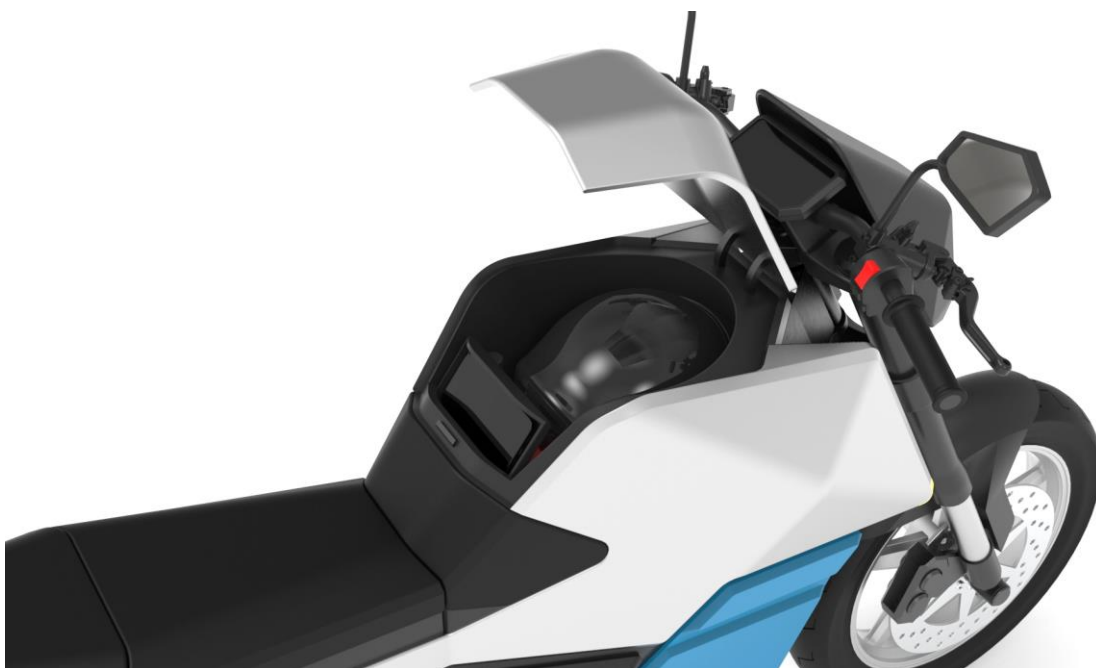
Obr. 6-6 Tvarování hlavní kapotáže.



Úložný prostor o objemu 22 l se nachází v její přední části, a naplno profituje z tvarového rozšíření a následného zúžení, díky kterému vzniká relativně velký volný prostor, který umožňuje bezproblémové uložení standartní motocyklové helmy, zároveň s např. lékárničkou a malou lahví na pití. Dále se zde nachází také přihrádka na mobil (jež umožňuje drátové i bezdrátové nabíjení), ke které je velice snadný přístup a zároveň chrání mobil před poškozením. Na samotném dně je pak umístěno víko, které umožňuje přístup k elektronice motocyklu.



Obr. 6-7 Úložný prostor.



Obr. 6-8 Detail vysouvací přihrádky na mobil.

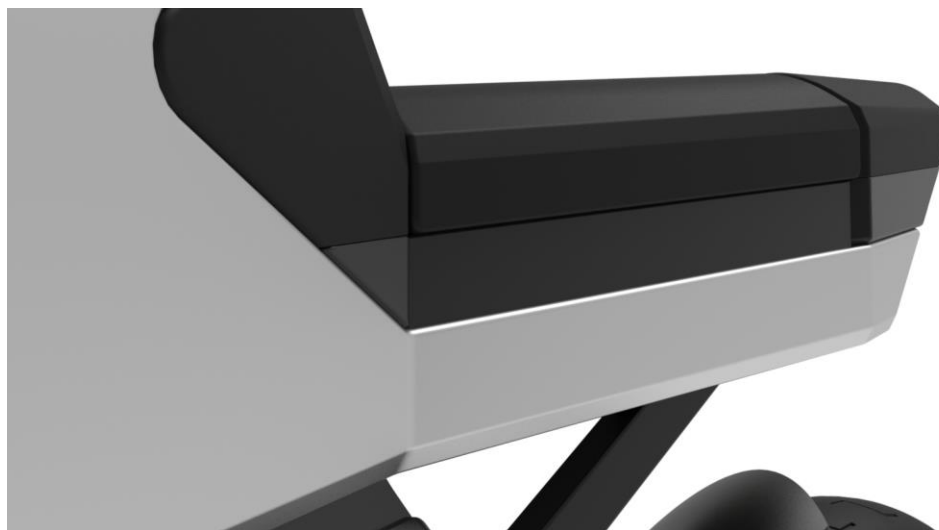


Úložný prostor je navíc modulární, jelikož je uzpůsoben tomu, že v případě potřeby se z něj může stát prostranství pro umístění další malé přídavné baterie, díky které je sice jezdec ochuzen o značnou část úložného prostoru, ale zároveň mu motocykl nabídne vyšší dojezd, když to potřebuje. Jedná se tedy především o scénář, kdy uživatel chce využít motocykl nejen do města na kratší vzdálenosti, ale také na delší trasy mimo město a místo větší denní potřeby preferuje raději větší dojezdovou vzdálenost.

Přidaná baterie však může částečně ovlivnit těžiště (je posunuto dopředu), což může mít vliv na stabilitu a manévrovatelnost motocyklu. Jedná se o podobnou situaci jako motocykl se spalovacím motorem s plnou a následně prázdnou nádrží, která je lokalizována ve stejných místech. Motocykl je ale na tuto situaci uzpůsoben, jelikož je vybaven pokročilými systémy řízení těžiště, jako jsou elektronicky řízené tlumiče. Díky tomu tedy nehrozí negativní dopad na jízdní vlastnosti.

### 6.1.3 Sedlová část

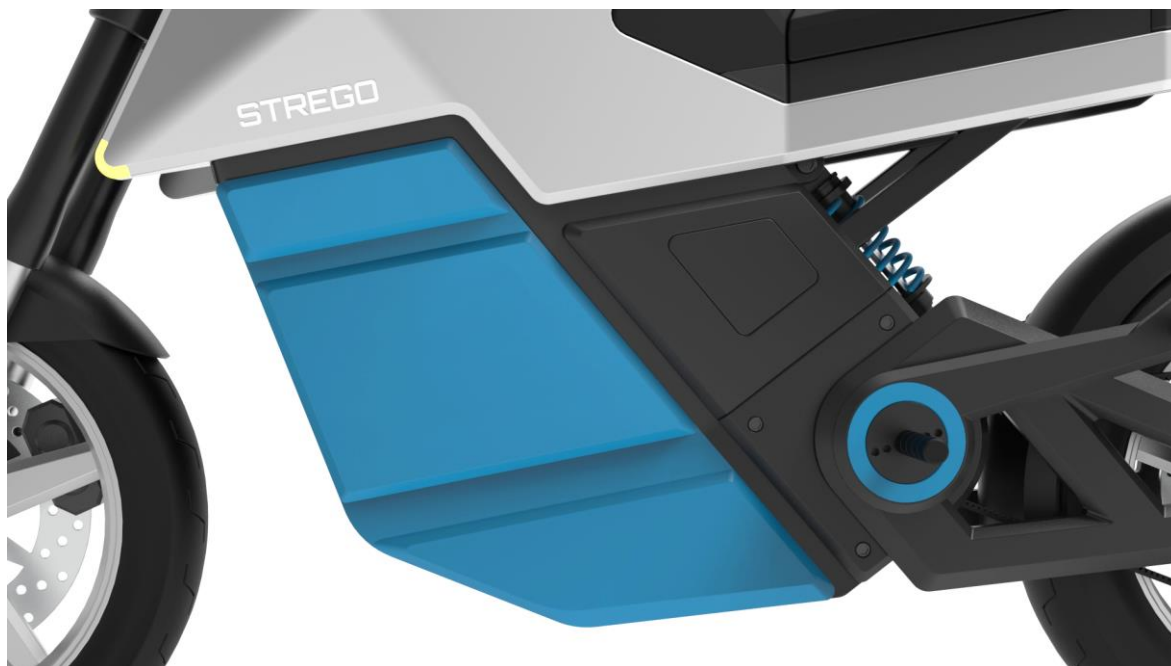
Sedlová část, se samotným sedlem jezdce a spolujezdce, je umístěna na zadním úseku hlavní kapotáže a plynule na ni navazuje. Její tvarování je primárně podřízeno funkci mechanismu výškově nastavitelného sedla, které se zde nachází. V této oblasti je tedy rovná, aby umožnila jeho vertikální pohyb. Zároveň se zde ze stejného důvodu nachází tvarové odskočení, které umožňuje zasunutí sedla při jiné než nejvyšší poloze. Tato skutečnost ale není na první pohled patrná, jelikož je částečně „skryta“ díky liniové materiálové návaznosti dalších prvků.



Obr. 6-9 Detail tvarového odskočení.

#### 6.1.4 Hlavní bateriový blok

Bateriový blok se nachází pod přední částí hlavní kapotáže, od které je oddělen spárou, jejíž jedna část do něj plynule přechází, zatímco druhá kopíruje jeho vrchní oblast. Z boční strany zase navazuje na pohonnou jednotku a nabíječku, kde dochází k opětovnému propojení. Samotné tvarování se opět snaží držet hlavních určených linií, aby byla zachována celková harmonie. Avšak z důvodu navýšení kapacity baterií bylo tvarování v přední části bloku mírně upraveno a funkčnost zde tedy dostala přednost. Celkový vzhled tím nakonec nikterak neutrpěl, spíše naopak.

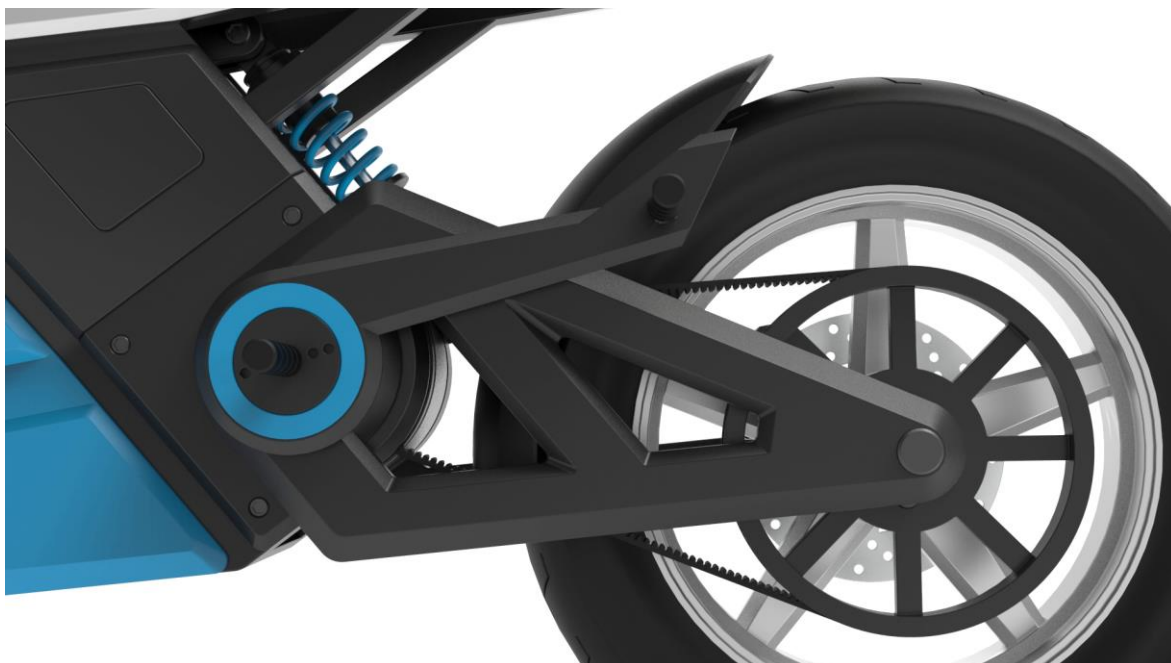


Obr. 6-10 Detail bateriového bloku.

#### 6.1.5 Pohonná jednotka a nabíječka

Centrem této části je motor, který zde má hlavní slovo a vše se od něj dále odvozeno. Samotný motor je uložen v litém bloku, který je následně upevněn na rám. V ose motoru se poté nachází zavěšení zadní vidlice, stupačky jezdce a vybíhá z ní držák na upevnění stupaček spolujezdce. Nad motorem se nachází nabíjecí konektor a samonavíjecí nabíjecí kabel. Celá tato část opět navazuje na hlavní určené linie a je ohraničena od ostatních spárou v podobě viditelného rámu.

Tvarování vidlice bylo vytvořeno v souladu s technickými požadavky a určenou návazností. Toho si jde všimnout především ve spodní části, která je imaginárním pokračováním hrany bateriového bloku. Vidlice je navíc souměrná, kdy její osou souměrnosti je přímka spojující střed motoru a střed zadního kola. Z důvodu vyšší pevnosti je zde navíc dodána hmota v její střední části, která posléze tvarově navazuje na zadní odpružení, jehož linie opět reflektuje hlavní směrovost.



Obr. 6-11 Detail zadní vidlice.

Nastavitelné stupačky jezdce jsou umístěny ve středu osy motoru, na které tvarově navazuje držák se sklopnými stupačkami spolujezdce, jehož horní hrana je imaginárně propojena s tvarováním bateriového bloku. Dolní hrana zase směřuje opět do samotné osy motoru.

Nabíječka a nabíjecí kabel jsou umístěny v horní oblasti této části za krytem, jehož hrany navazují opět na tvarování bateriového bloku. Z jedné strany motocyklu je přístup, přes odklopné víčko, k integrovanému kabelu a z druhé k nabíjecímu konektoru. Toto umístění umožňuje nabíjení i v situaci, kdy by uživatel stále seděl na motocyklu. Tvar víčka následuje zbylé tvarování, které respektuje část rámu na podporu sedlové části.

### 6.1.6 Přední maska

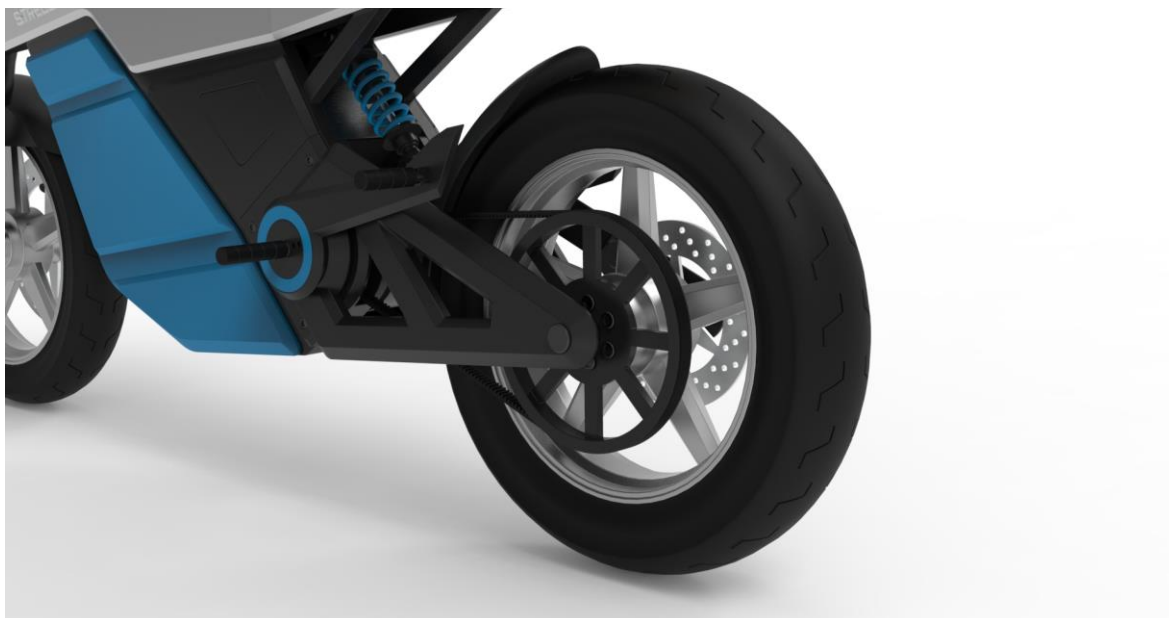
Nejvýraznějším prvkem je určitě přední světlo, které ovlivňuje celkový výraz motocyklu. Z bočního pohledu opět reflektuje veškeré linie, jež už byly dříve vyřčeny. Díky svému tvaru také částečně slouží jako stínítko displeje, což je velmi užitečné při slunečných dnech. Design byl zvolen hranatý, až částečně krystalický, aby odpovídal celkové koncepci a vizuálně na ni navazoval. Motocykl dále disponuje taktéž hranatě tvarovaným světlometem, jež tyto faktory pouze potvrzuje a dotváří.



Obr. 6-12 Přední maska.

### 6.1.7 Kola a disky

Kola byla zvolena standardní. Byl zde ale přidán subtilní vzor, jež byl zvolen v tvarové návaznosti na hlavní kapotáž, respektive část její siluety. Disky byly zvoleny klasické s pěti paprsky, jež jsou jemně zkosené a odkazují tak na jednotlivá zkosení na ostatních komponentech.



Obr. 6-13 Detail kol.



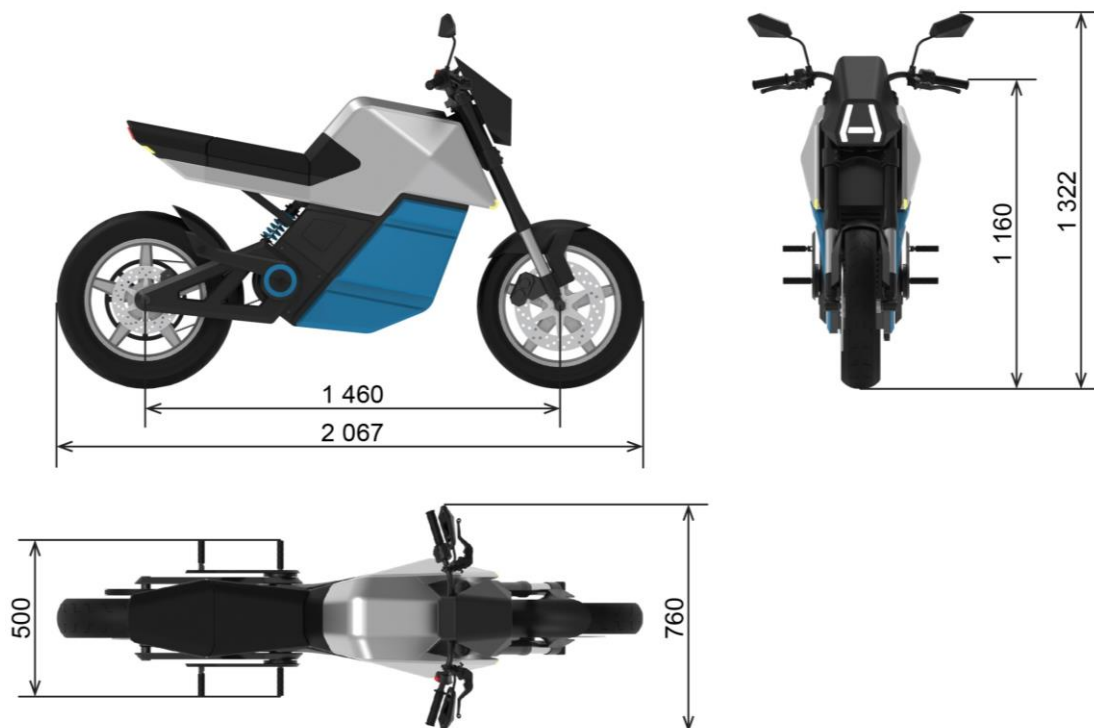
Obr. 6-14 Perspektivní pohled – zezadu.

## 6.2 Konstrukční řešení

Tato kapitola se zabývá konstrukčním řešením daného návrhu. Rozebírá a popisuje jednotlivé použité komponenty, materiály a definuje vhodné výrobní technologie pro realizaci motocyklu.

### 6.2.1 Základní parametry

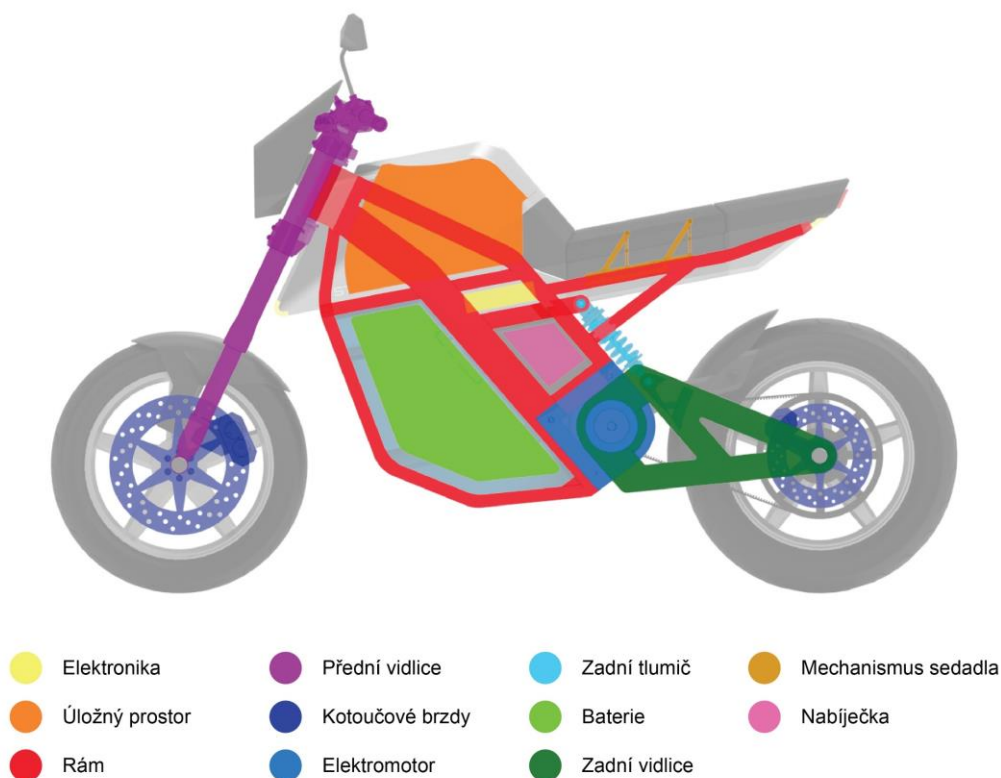
Celkové rozměry jsou 2 067 mm délka, 1 160 výška a 760 mm šířka, jež je určena řídítky. Jednotlivé rozměry byly určeny na základě analýz motocyklů typu „naked“. Rozvor je 1 460 mm a úhel hlavy řízení 64°. Předpokládaná hmotnost motocyklu bez řidiče se pohybuje kolem 180-200 kg.



Obr. 6-15 Základní rozměry.

## 6.2.2 Popis technického řešení stroje

Základem motocyklu je páteřový rám, na který jsou připojeny ostatní komponenty a panely karoserie (plech, ABS plast – vstřikování). Celou konstrukci nesou dvě zavěšená kola. Akumulátory jsou uloženy v samotném srdci rámu a zaujímají tak největší prostor. Za nimi je umístěn elektrický motor, který přes řemen posílá výkon na zadní kolo. Nad ním je vestavěna nabíječka a integrovaný nabíjecí kabel. V horní části rámu se nachází mechanismus zajišťující vertikální pohyb nastavitelného sedadla. V přední části rámu nad akumulátory je lokalizován úložný prostor, který má na svém dně víko, které umožňuje snadný přístup k hlavní elektronice motocyklu, která je uložena pod ním.



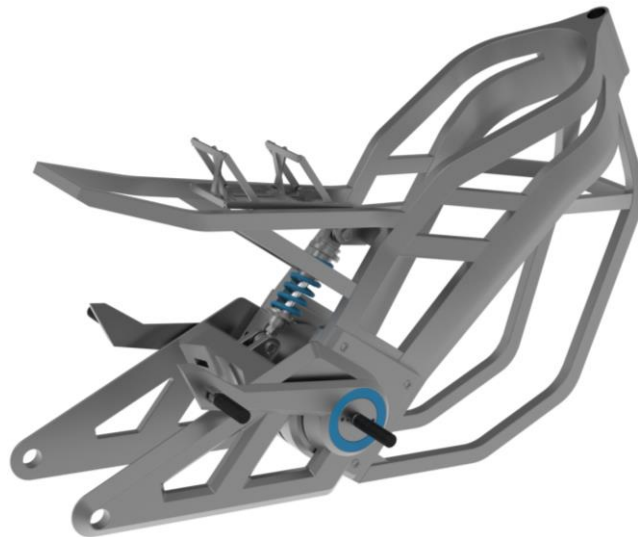
Obr. 6-16 Technické řešení motocyklu.

### 6.2.3 Nosná konstrukce a zavěšení kol

Konstrukce motocyklu se dá částečně považovat za nestandardní, jelikož sice využívá klasický páteřový lisovaný rám (z hliníkové slitiny – duralu), motor je však uchycen neobvykle. Je totiž uložen v litém obalu, který je až následně připevněn k rámu. Na něj je poté, v jeho ose, zavěšena zadní kyvná vidlice a upevnění stupaček. Díky tomuto řešení může být motocykl užší, a tedy i kompaktnější, než bývá obvyklé. Dále způsobuje, že zadní vidlice je umístěna vně konstrukce, což je vhodné vzhledem k faktu, že jezdec je díky ní chráněn na jedné straně motocyklu před řemenem a nemusí zde tak být ochranný kryt, jež by narušoval celkové tvarování.

Toto řešení bylo navrženo na základě kombinací mnoha inspiračních zdrojů, zejména však technického konceptu elektrického motocyklu Voltra [55] a Zero SR/F [10].





Obr. 6-17 Rám motocyklu.

Na rámu je také upevněn mechanismus sedadla, který zajišťuje jeho nastavitelnost. Inspirací byl klasický nůžkový mechanismus, který musel být však uzpůsoben potřebě vertikálního pohybu na nahnuté ploše. Mechanismus je na elektrický pohon.



Obr. 6-18 Mechanismus sedadla – horní poloha.



Obr. 6-19 Mechanismus sedadla – dolní poloha.

Přední kolo je zavěšeno pomocí vidlice upside-down, jejíž výhody byly popsány v technické analýze (viz 2.2.3). Umožňuje natočení předního kola o 40° na každou stranu. Zadní kolo je zavěšeno na zadní dvouramenné kyvné vidlici s centrálním tlumičem. Obě kola jsou z hliníkových slitin, mají průměr 17“ a jsou vyrobená pomocí odlévání. Přední pneumatika má šířku 110 mm (profil 70) a zadní pneumatika má šířku 140 mm (profil 70). Jsou vyrobeny z pryže.

#### 6.2.4 Pohonné ústrojí

Pro ukládání energie v navrhovaném motocyklu jsou použity Lithium-ionové akumulátory, které byly vybrány pro svou vysokou hustotu energie vzhledem k objemu a hmotnosti. Celková kapacita akumulátorů činí 4,5 kWh, které zabírají objem 8,4 litrů a mají celkovou hmotnost zhruba 25 kg.

Akumulátory byly navrženy jako vyjímatelné, a to především z důvodu možnosti rychlé výměny vybité baterie za nabitou. Je totiž nutné počítat s možností, jelikož se jedná o motocykl do města, že by se mohl začít v budoucnu půjčovat jako např. elektrické koloběžky. V tom případě je tato možnost zásadní. Toto rozhodnutí bylo podpořeno také výsledky z dotazníkového šetření (viz kap. 2.3), kde by tuto možnost ocenili i běžní uživatelé.

Z důvodu snadné vyjímatelnosti byl celkový bateriový blok rozdělen na dva stejné bateriové boxy, každý o hmotnosti 12,5 kg. Bylo totiž nutné brát v úvahu jeho relativně vysokou hmotnost. V ČR podle nařízení vlády § 28 NV č. 361/2007 Sb. [56], kterým se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci, je totiž řečeno, že při občasném zvedání a přenášení břemene ženou by neměla jeho hmotnost překročit 20 kg a při častém zvedání a přenášení by hmotnost břemene neměla překročit 15 kg. Díky následování tohoto nařízení je zajištěna snadná manipulace s akumulátory pro všechny potenciální uživatele.

Každý bateriový box je přístupný z jedné ze stran motocyklu. Boxy se nachází na jednoduchém zasouvacím mechanismu (podobně jako klasická zásuvka), který se dá otevřít díky mobilní aplikaci nebo přímo pomocí displeje motocyklu. Po otevření nejdříve dojde k malému odskočení, které nám odhalí skryté madlo, díky kterému může dojít k úplnému otevření a snadnému vyjmutí bateriového boxu. Ten je opatřen dalšími madly, které dovolují jeho přenášení jako menšího kufříku. Rozdělení bateriového bloku navíc zaručuje, že nedojde k převážení motocyklu při otevření pouze jedné strany s akumulátory. Předpokládaný dojezd se při běžné jízdě odhaduje na 140 až 180 km. V případě přidání další baterie do oblasti úložného prostoru se dojezd navýší.



Obr. 6-20 Vyjímatelný bateriový box.

Středobodem pohonného systému je synchronní motor o výkonu 25 kW, jež zajišťuje maximální rychlost kolem 130 km/h.

### 6.2.5 Brzdná soustava a rekuperace energie

Brždění vpředu zajišťuje kotoučová brzda, jejíž průměr je 320 mm. Při brždění se zadní kolo nadlehčí, z tohoto důvodu jsou kladeny větší nároky na přední brzdu. Zadní brzda je proto menší – má průměr pouze 200 mm. Brzdy jsou ocelové a vyrábějí se pomocí odlévání.

Motocykl je vybaven systémem rekuperace, který umožňuje zvýšit maximální dojezd vozidla. Tento systém funguje tak, že motor pracuje jako generátor a vrací část vynaložené energie zpět do akumulátorů. Rekuperace je aktivována automaticky po sepnutí libovolné brzdové páky. Brždění pomocí rekuperace je postupné a přizpůsobuje se zatížení a rychlosti vozidla.



Obr. 6-21 Detail přední kotoučové brzdy.



Obr. 6-22 Detail zadní kotoučové brzdy.

## 6.2.6 Nabíjení

Konektor pro připojení nabíjecí pistole se nachází na levé (konvence) boční straně motocyklu – vedle bateriového boxu a pod elektronikou. Toto umístění bylo zvoleno z důvodu snadného přístupu a umožnění nabíjení motocyklu i v situaci, kdy na něm jezdec stále sedí. Konektor byl zvolen podle evropského standardu IEC 62 196 - 2, který umožňuje nabíjení střídavým proudem. Palubní nabíječka je umístěna přímo za konektorem, což má za cíl snížit potřebu kabeláže a minimalizovat odpor vodičů.



Obr. 6-23 Nabíjecí konektor.

Motocykl lze nabíjet také integrovaným navíjecím kabelem do klasické 230 V zásuvky, který se nachází pod víčkem na pravé boční straně motocyklu. Je vhodný zejména v případě, že není možnost např. nabíjet na nabíjecích stanicích.



Obr. 6-24 Integrovaný nabíjecí kabel.

## 6.2.7 Osvětlení motocyklu

Osvětlení motocyklu určují tři základní předpisy, které byly již popsány v technické analýze (viz 2.2.3).

### Přední osvětlení

Přední osvětlení je tvořeno hlavním světlometem, jehož součástí je dálkové a potkávací světlo. Přední směrové svítilny jsou integrovány přímo do kapotáže a jsou přetaženy až přes hranu do boku, díky čemuž je dosaženo širokého pozorovacího úhlu, což má pozitivní vliv na bezpečnost motocyklu. Daný design také zajišťuje menší náchylnost k poškození. Tento způsob řešení směrové svítilny byl inspirován již existujícím řešením [42].



Obr. 6-25 Přední osvětlení.

### Zadní osvětlení

Zadní osvětlení je tvořeno svítilnou, jejíž obrys tvoří obrysové světlo, které při brždění zhasne, aby brzdové světlo (které je umístěné ve středu) bylo dostatečně viditelné. Zadní směrová svítilny jsou integrována taktéž v samotné kapotáži.



Obr. 6-26 Zadní osvětlení.

### Boční osvětlení

Pro zvýšení bezpečnosti bylo do motocyklu zakomponováno také jemné podsvícení lemující hlavní linii kapotáže, díky které jde silueta motocyklu dobře rozpoznat z boční strany i v noci. Tento prvek zde byl přidán také z důvodu dotazníkového šetření, ze kterého vzešel požadavek na přidání např. reflexních prvků z boční strany právě kvůli zvýšení bezpečnosti.



Obr. 6-27 Jemné boční podsvícení.



## Osvětlení registrační značky

Osvětlení SPZ je umístěno na zadním držáku na blatníčku.

### 6.2.8 Registrační značka

Tabulka registrační značky měří 200 x 160 mm a je umístěna na zadním držáku na blatníčku pod úhlem 15°. Toto řešení bylo zvoleno hlavně z důvodu, aby zde nebyl držák vyčnívající ze samotné kapotáže, který ve většině případů negativně ovlivňuje celkové vzhled motocyklu.



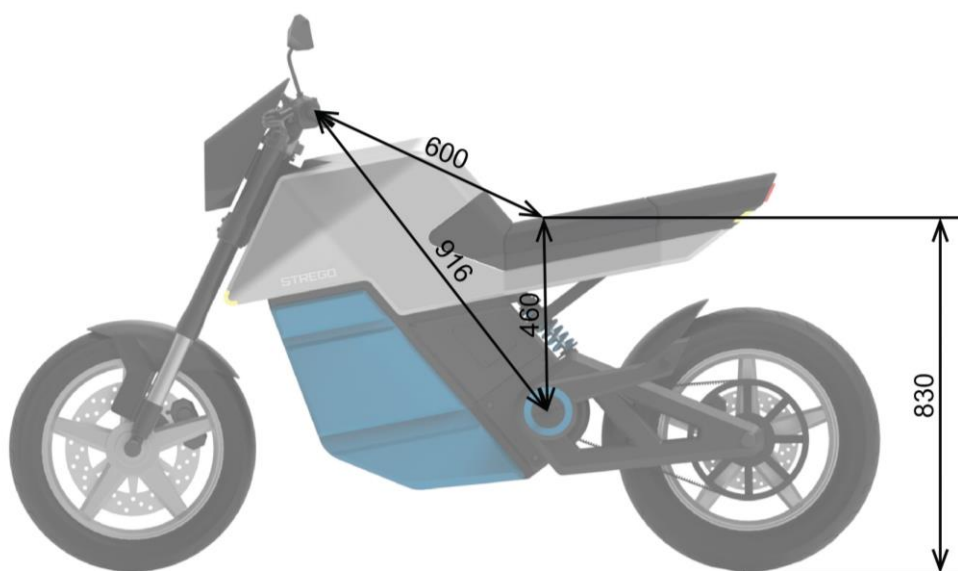
Obr. 6-28 Umístění SPZ.

## 6.3 Ergonomické řešení

Ergonomie sehrála zásadní roli při navrhování tohoto motocyklu a byl na ni kladen velký důraz v průběhu celého procesu.

### 6.3.1 Jezdecká pozice

Správná jezdecká pozice byla detailně rozebrána v Technické analýze (viz 2.2.3) v podkapitole Ergonomie. Jedním z klíčových parametrů je tzv. motocyklový trojúhelník, který se liší v závislosti na druhu motocyklu.



Obr. 6-29 Motocyklový trojúhelník.

### 6.3.2 Sedlo

Motocykl je opatřen elektrickým výškově nastavitelným sedlem v rozmezí 790-830 mm, jež z analýz a simulací vyšlo jako nejlepší řešení. Díky tomu je motocykl vhodný jak pro 5% ženy (1 550 mm), tak i 95% muže (1 860 mm).

Sedlo je mírně nakloněno dopředu, díky čemuž je dokonale zabráněno klouzání jezdce při akceleraci. Zároveň se směrem dopředu zužuje, čímž zajišťuje možnost pohodlného obejmutí stehny, jež velice pozitivně ovlivňuje komfort jízdy.

Sedlo bylo primárně navrhnuo na svou nejvyšší pozici (tedy na výšku 830 mm), jelikož většina uživatelů motocyklů jsou muži, kteří bývají obecně vyšší.



a) Sedlo ve výšce 830 mm

b) Sedlo ve výšce 790 mm

Obr. 6-30 Výškově nastavitelné sedlo.

Poziční analýza - 5% žena (1 550 mm) / sedlo ve výšce 790 mm



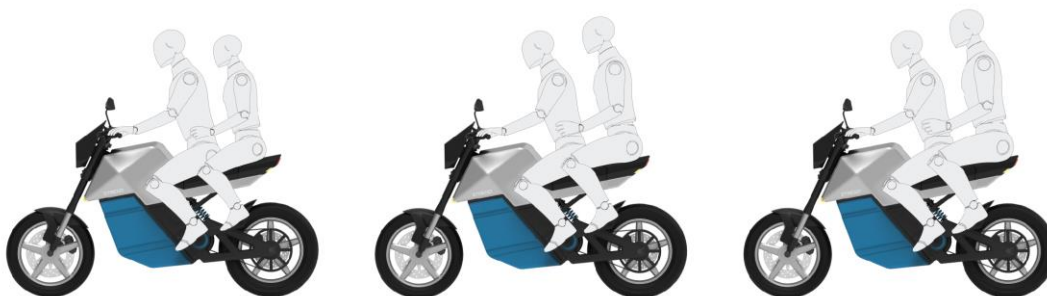
Spolujezdec:  
5% žena (1 550 mm)

Spolujezdec:  
50% muž (1 770mm)

Spolujezdec:  
95% muž (1 860 mm)

Obr. 6-31 Poziční analýza – 5% žena.

Poziční analýza - 50% muž (1 770 mm) / sedlo ve výšce 830 mm



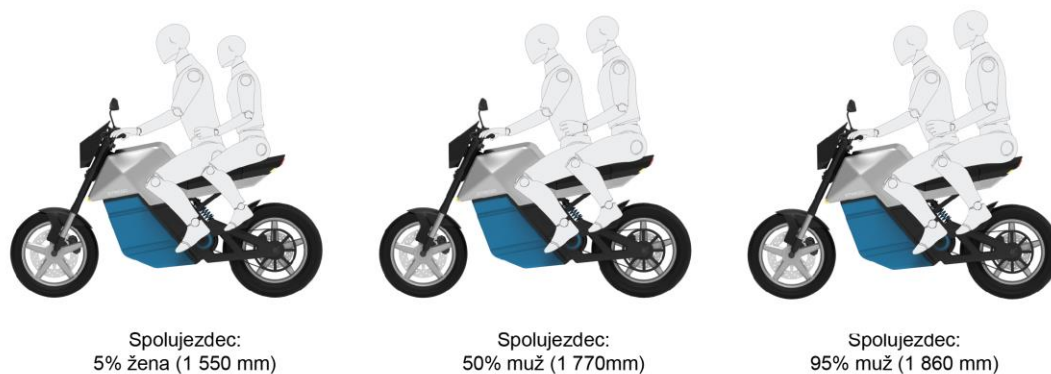
Spolujezdec:  
5% žena (1 550 mm)

Spolujezdec:  
50% muž (1 770mm)

Spolujezdec:  
95% muž (1 860 mm)

Obr. 6-32 Poziční analýza – 50% muž.

Poziční analýza - 95% muž (1 860 mm) / sedlo ve výšce 830 mm



Obr. 6-33 Poziční analýza – 95% muž.

### 6.3.3 Sedlo spolujezdce

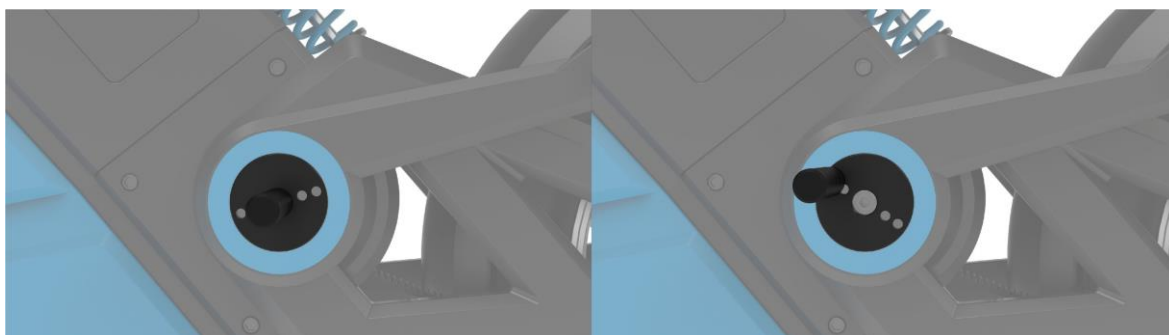
Sedlo spolujezdce tvarově navazuje na sedlo jezdce. V případě potřeby ho lze odejmout a nahradit držákem na zavazadlový box.

### 6.3.4 Boky motocyklu

Kapotáž motocyklu byla na svých bocích uzpůsobena tomu, aby plynule navazovala na sedlo a zajišťovala tak stejnou možnost komfortního obejmutí stehny.

### 6.3.5 Stupačky jezdce

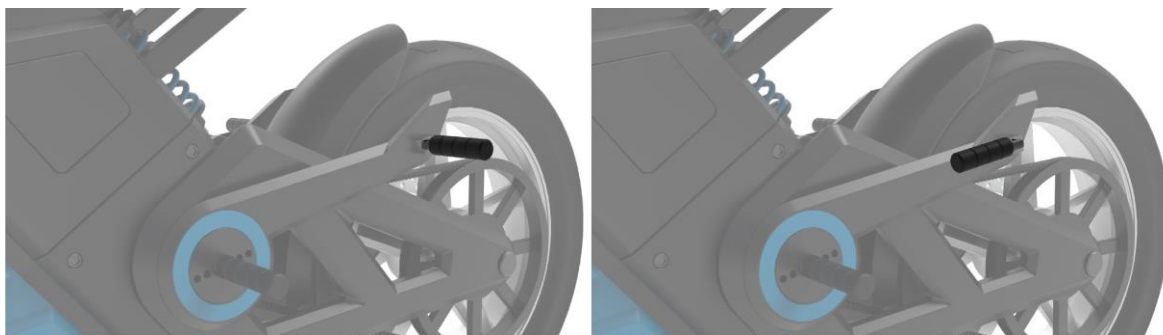
Přední stupačky jsou nastavitelné, a to z důvodu, aby byl motocykl vhodný pro co nejvíce potencionálních uživatelů. Jsou upevněny na litém obalu motoru v jeho ose. Stupačky lze nastavovat výškově, tak pozičně. A to díky chytrému otočnému mechanismu.



Obr. 6-34 Nastavitelné stupačky.

### 6.3.6 Stupačky spolujezdce

Stupačky spolujezdce jsou umístěny na držáku, který je upevněn taktéž na obalu motoru. Stupačky jsou sklopné, aby v případě pouze jednoho jezdce nikterak nepřekážely.



Obr. 6-35 Sklopné stupačky.

### 6.3.7 Zrcátka

Motocykl je vybaven dvěma nastavitelnými zrcátky, které splňují normy ohledně zrcátek nepravidelného tvaru, které byly rozebrány již v technické analýze (viz 2.2.3).



Obr. 6-36 Detail zrcátek.

### 6.3.8 Ovladače

Všechny ovládací prvky elektrického motocyklu jsou umístěny na řídítkách, podobně jako u konvenčních motocyklů. Rozdíl je jen v tom, že elektrický motocykl nemá páku spojky a nožní pedál voliče převodových stupňů. Proto byla na místo spojky umístěna páčka zadní brzdy, která se tradičně ovládá nožním pedálem na pravé straně. Pravou otočnou rukojetí řidič ovládá výkon motoru. Ovládací prvky obsahují také dvě skupiny tlačítek, přičemž tlačítka na levé straně slouží k zapnutí dálkových/potkávacích světel, směrovek, klaksonu a nastavení výšky sedla, zatímco tlačítka na pravé straně slouží k zapnutí motocyklu a přepínání informací na displeji.



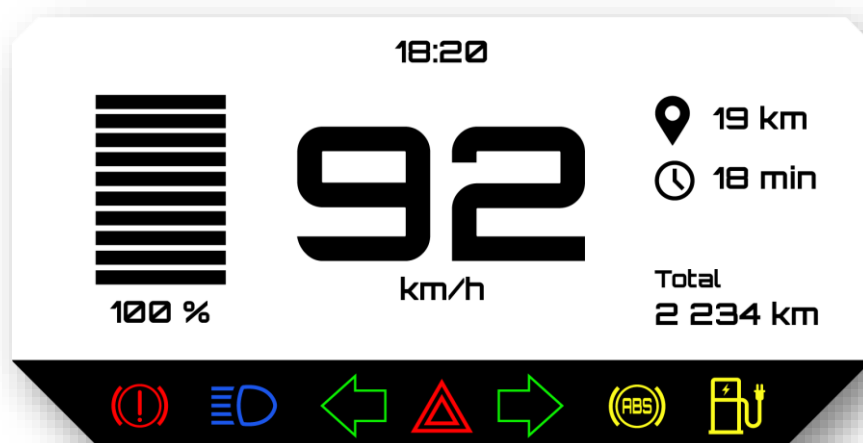
Obr. 6-37 Pohled na řídítka s umístěným displejem.

### 6.3.9 Sdělovače

Hlavním sdělovačem je velký dotykový displej umístěný na řídítkách v zorném poli řidiče (viz Obr. 6-39Obr. 2-34). Jeho rozměry jsou 90 x 160 mm. Je přímo propojen s mobilním telefonem uživatele, který si může libovolně zvolit, jaké informace mu bude displej zobrazovat. Všechny tyto úkony mohou být nastaveny na samotném dotykovém display nebo v příslušné mobilní aplikaci. Cílem je, aby uživatel nemusel mít na řídítkách žádný externí držák na telefon, ale pouze jediný displej s veškerými pro něj důležitými a preferovanými informacemi, který mu může zároveň ukazovat notifikace z telefonu, navigaci nebo jakou má např. puštěnou hudbu. Taktéž je vybaven denním a nočním režimem, mezi kterými plynule přechází podle denní doby nebo intenzity osvětlení.

Tento záměr je koncipován především také pro situace, jelikož se jedná o městský motocykl, kdyby se motocykl začal půjčovat v půjčovnách, aby se hned po připojení každého uživatele nahrálo do displeje jeho preferované prostředí s individuálními informacemi. Tento koncept vychází např. z CarPlay od Applu.

Základní grafika displeje ukazuje aktuální rychlost, stav baterie, čas, vzdálenost k danému cílovému místu i s časem trvání cesty, a celkově najetou vzdálenost. Použitý font se shoduje s písmem logotypu. Většina základních symbolů respektuje normu ISO 7000.



Obr. 6-38 Základní grafika displeje.



Obr. 6-39 Zorné úhly (50% muž).



## 6.4 Barevné a grafické řešení

### 6.4.1 Barevné řešení

Důležitou součástí designu navrženého motocyklu je jeho barevné řešení, které přispívá k logickému rozdělení hmoty motocyklu na více částí a tím vizuálně zlehčuje jeho celkový vzhled. Obal motoru, rám, zadní a přední vidlice jsou vyrobeny z hliníkových slitin, kterým byla vybrána neutrální černá barva. Kapotáž motocyklu je stříbrné metalízy, která v kombinaci s tmavými díly tvoří neutrální základ pro další barevné prvky. Akcentní barva je použita pro kryt bateriového bloku a zvýraznění některých částí motoru, ovládacích prvků a světlometu. Barevné varianty se liší právě v použití různých akcentních barev.

#### Barevné řešení č. 1

První barevná varianta využívá, jako svou akcentní barvu, barvu roku 2023 od PPG (Pittsburgh Plate Glass Company) Vining Ivy [57] (RAL 5025). Tato barva je jemná a velice hezky dotváří celkovou kompozici. Bohužel však částečně připomíná barvu, jež má něco společného s lékařstvím, což není příliš žádoucí.



Obr. 6-40 Barevné řešení č. 1.

#### Barevné řešení č. 2

Druhá barevná varianta využívá oranžovou (RAL 2003), jako svou akcentní a nejvíce výraznou barvu. Oranžová bývá obecně velmi využívána na tyto účely, jelikož obzvláště v městském provozu je dobré, když je jakékoliv vozidlo dobře viditelné, což tento odstín zaručuje. Avšak někomu může evokovat např. známou firmu ČEZ, což není příliš ideální.



Obr. 6-41 Barevné řešení č. 2.

### Barevné řešení č. 3

Poslední barevná varianta využívá jako svou hlavní akcentní barvu modrou barvu (RAL 5015). Tato barva kultivovaně doplňuje barvy základní a vytváří vyrovnanou barevnou harmonii. Pořád se jedná o relativně výraznou barvu, avšak tolik „nevykřikuje“ do okolí. Modrá barva obecně patří mezi nejvíce oblíbené, a proto byla tato varianta vybrána jako finální.



Obr. 6-42 Barevné řešení č. 3.

## 6.4.2 Grafické řešení

### Logotyp

Symbol loga byl vytvořen na dvou základních principech. Prvním je zakomponování tvarování hlavní kapotáže, jež je zde znázorněna jako zjednodušený obrys. Druhým je využití písmena S, které symbolizuje počáteční písmeno názvu motocyklu.

Samotný název „STREGO“ byl vytvořen jako částečné propojení anglických slov „STREET“, a „GO“, které výborně vystihují myšlenku tohoto stroje. Použitý font je „Orbitron Bold“.



Obr. 6-43 Logotyp.

Částečný logotyp byl umístěn z boku na hlavní kapotáž motocyklu, jelikož boční strana obecně bývá u motocyklu ta nejdůležitější a nejvíce viditelná. Nápis zde navíc reflektuje směrovost linií motocyklu a perfektně tedy zapadá.



Obr. 6-44 Aplikace částečného logotypu.

## 6.5 Bezpečnost

I když motocykl není obecně považován za bezpečný dopravní prostředek, existují způsoby, jak jeho bezpečnost zvýšit. Jedním z nich je např. nošení kvalitní přilby a ochranného oblečení.

Pro zvýšení bezpečnosti samotného motocyklu je klíčová také jeho viditelnost, která je zajištěna použitým osvětlením, jak bylo popsáno výše. Navíc jsou zde použity speciální směrová světla, která zajišťují vynikající pozorovací úhly, i z bočního pohledu, což je v hustém městském provozu velmi důležité. Důležité je také zakomponované jemné podsvícení z bočních stran motocyklu, které viditelnosti velice napomáhá.

Dále jsou na motocyklu instalovány protiskluzové stupačky a chrániče, které brání smyku nohy a nechtěnému kontaktu se zadním kolem. Úložný prostor je zamykatelný, což zlepšuje bezpečnost motocyklu pro uživatele.



Obr. 6-45 Stojan motocyklu.

## 6.6 Udržitelnost produktu

Elektrický motocykl je významným krokem směrem k udržitelné dopravě v městských oblastech. Oproti spalovacím motorům totiž neemituje žádné škodlivé látky a hluk. Díky tomu pomáhá snižovat znečištění ovzduší a hlukovou zátěž, což má pozitivní dopad na životní prostředí i zdraví obyvatel měst. Dalším faktorem, který zvyšuje udržitelnost elektrického motocyklu, je výroba baterií, která v posledních letech zažívá velký pokrok směrem k udržitelnosti. Většina výrobců baterií se snaží minimalizovat použití kovů s vysokým obsahem toxických látek a přechází k výrobě baterií s větším podílem recyklovaných materiálů. Celkově lze tedy říci, že elektrický motocykl je udržitelným dopravním prostředkem s minimálním dopadem na životní prostředí v městských oblastech.

## 6.7 Hodnocení klíčových parametrů

Design motocyklu byl úspěšně navržen tak, aby vystihl vnitřní strukturu jednotlivých komponent a nezakrýval ji. Navíc je snadno rozpoznatelný jako motocykl s odlišnou pohonnou jednotkou díky výraznému bateriovému bloku, což je patrné již na první pohled.

Dalším klíčovým parametrem je výrazné zlepšení ergonomie, a to jak v podobě přizpůsobení tvarování kapotáže, která reaguje na jezdce a zajišťuje mu tak pohodlí při jízdě, tak v integraci výškově nastavitelného sedadla jezdce nebo nastavitelných stupaček.

Dále také přítomností velkého variabilního úložného prostoru, který umožňuje schování helmy a dalších drobností, nebo jeho přeměnou na prostor pro umístění přídatné baterie, díky které se zvýší celkový dojezd. Na což navazuje výhoda přítomnosti snadno vyjímatelných baterií, které lze, v případě potřeby, snadno nahradit bateriemi nabitými.

Ostatní výhody jsou již menší, jako např. integrovaný samonavíjecí nabíjecí kabel, přítomnost podsvícení z bočních stran motocyklu, nebo chytré a individualizované propojení displeje motocyklu s mobilním telefonem.



Obr. 6-46 Render v prostředí.

## 7 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout městský motocykl na elektrický pohon s ohledem na technologické a ergonomické požadavky.

Výsledný návrh je založen na důkladných poznatcích provedených v rámci designérské a technické analýzy, jež byly doplněny o výsledky z dotazníkového šetření.

Z detailních rešerší vyplynuly dva hlavní trendy v designu. První trend zahrnuje motocykly, které svým vzezřením připomínají spíše motocykly se spalovacím motorem a snaží se skrýt nebo zakamuflovat svou pohonnou jednotku. Tento přístup však není optimální, protože design by měl být upřímný a reflektovat funkčnost a účel motocyklu. Druhý trend zahrnuje motocykly, které plně odhalují svou elektrickou podstatu a kladou na ni důraz. Tyto motocykly však bývají někdy až příliš minimalistické, strohé, ztrácejí na dynamice a příliš nerespektují ergonomické požadavky, jako je tvarování kapotáže v oblasti stehen anebo celková ergonomie sedla. Negativní je také absence nebo minimalismus zavazadlového prostoru, který zejména ve městech hraje důležitou roli, avšak bývá často opomíjen. Proto bylo důležité najít vyvážený přístup, který reflektuje funkčnost a účel motocyklu a zároveň klade důraz na designové prvky, které zlepšují ergonomii a praktičnost pro jízdu ve městě.

Výsledný design byl navrhnout tak, aby odrážel vnitřní uspořádání jednotlivých komponent a aby nezakrýval jeho charakteristické prvky. Navíc se tento motocykl snadno pozná díky výraznému bateriovému bloku, který dává najevo jeho odlišnou pohonnou jednotku již na první pohled. Díky svým pravidelným liniím působí velice kultivovaně, harmonicky, a přitom neztrácí na dynamice.

Klíčovým prvkem je zlepšení ergonomie, a to především díky navrhnutému výškově nastavitelnému sedlu, které díky svému chytrému mechanismu zaručuje ergonomický posed pro malé i velké postavy. Dalším ergonomickým benefitem jsou nastavitelné stupačky, jež jsou nastavitelné nejen výškově, ale i pozičně. Dále tvarování kapotáže a samotného sedla, které je přizpůsobeno jezdcovi a zajišťuje mu tak dostatečné pohodlí při jízdě.

Důležitým prvkem je také přítomnost velkého a variabilní úložného prostoru, který díky svým rozměrům dokáže pojmout i standartní motocyklovou helmu. Pokud však uživatel vyjede mimo město, a ocenil by spíše vyšší dojezd než velký zavazadlový prostor, může ho využít jako místo pro další přídatnou baterii. Kromě toho jsou hlavní stávající baterie snadno vyjímatelné, což znamená, že je lze snadno nahradit nabitými bez potřeby dlouhého čekání na nabíječe.

Další výhody zahrnují integrovaný nabíjecí samonavíjecí kabel, jemné podsvícení na bočních stranách motocyklu (kvůli zvýšení bezpečnosti) a chytré propojení displeje motocyklu s mobilním telefonem, díky kterému má uživatel displej přizpůsobený přesně dle jeho požadavků.



Vzhledem k výše uvedeným faktům lze říci, že návrh plně splňuje všechny stanovené cíle. Řešení je v souladu se zaměřením motocyklu na městské prostředí a představuje významné inovaci v oblasti praktičnosti, ergonomie a celkové použitelnosti.

## 8 VÝSLEDEK VÝZKUMU PODLE RIV

<b>Výsledky</b>	
Druh výsledku	Funkční vzorek
Název produktu	Městský motocykl na elektrický pohon
Autor	Bc. Adéla Rýznarová
Místo uložení výsledku	VUT Brno

Tab. 8-1 Výsledek výzkumu podle RIV

## 9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Rešeršní strategie: Druhy rešeršních strategií. Wikisofia: Jediněčný zdroj informací [online]. [cit. 2023-02-15]. Dostupné z: [https://wikisofia.cz/wiki/Re%C5%A1er%C5%A1n%C3%AD\\_strategie](https://wikisofia.cz/wiki/Re%C5%A1er%C5%A1n%C3%AD_strategie)
2. Global Electric Motorcycles Market – Industry Trends and Forecast to 2029. Data Bridge - Market Research [online]. 2022 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-electric-motorcycles-market>
3. Mikromobilita. Wikipedia [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Mikromobilita>
4. Micromobility Market Research Report: By Service Type (Bike Sharing, Kick Scooter Sharing, Scooter Sharing) - Global Industry Analysis, Competitive Share and Growth Forecast to 2025: Micromobility Market. P&S Intelligence [online]. [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://www.psmarketresearch.com/market-analysis/micromobility-market>
5. CARRANZA, Gerson, Martzel DO NASCIMIENTO, Josep FANALS, Josep FEBRER a César VALDERRAMA. Life cycle assessment and economic analysis of the electric motorcycle in the city of Barcelona and the impact on air pollution. Science of The Total Environment. 2022, (821), 10. ISSN 0048-9697. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2022.153419
6. The Current: New Wheels for the Post-Petrol Age. Germany: Gestalten, 2018. ISBN 978-3899559569.
7. TOLL, Micah. Electric Motorcycles 2019: A Guide to the Best Electric Motorcycles and Scooters. USA: Toll Publishing, 2019. ISBN 978-0989906722.
8. ABOUT US: THE STORY. Zero Motorcycles [online]. [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://www.zeromotorcycles.com/company>
9. Zero S. Zero Motorcycles [online]. [cit. 2023-02-16]. Dostupné z: <https://www.zeromotorcycles.com/model/zero-s>
10. Zero SR/F. Zero Motorcycles [online]. [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://www.zeromotorcycles.com/model/zero-srf>
11. Zero FX. Zero Motorcycles [online]. [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://www.zeromotorcycles.com/model/zero-fx>
12. Harley-Davidson. Wikipedia: The free encyclopedia [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Harley-Davidson>
13. LiveWire ONE™. LiveWire: LiveWire Electric Motorcycles [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.livewire.com/livewire-one-electric-motorcycle>

14. LiveWire (motorcycle). Wikipedia: The free encyclopedia [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/LiveWire\\_\(motorcycle\)](https://en.wikipedia.org/wiki/LiveWire_(motorcycle))
15. Verge TS Electric Motorcycle Begins Making Its Way To Eager Customers: The futuristic electric motorcycle features a unique hubless rear motor, and 102 kilowatts of max power. RideApart [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.rideapart.com/news/622899/verge-ts-electric-motorcycle-deliveries-commence/>
16. Verge Motorcycles: Go Further Go beyond [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.vergemotorcycles.com/gl>
17. Verge TS: Electric Motorcycle. Red Dot: Design Award [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.red-dot.org/project/verge-ts-53436>
18. Elektrický motocykl Verge TS jako ze sci-fi Tron. Atypické zadní kolo s prázdným středem ukrývá unikátní motor. CzechCrunch [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://cc.cz/elektricky-motocykl-verge-ts-jako-ze-sci-fi-tron-atypicke-zadni-kolo-s-prazdnym-stredem-ukryva-unikatni-motor/>
19. Evoke Motorcycles. Wikipedia [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Evoke\\_Motorcycles](https://en.wikipedia.org/wiki/Evoke_Motorcycles)
20. URBAN S. Evoke Motorcycle [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <https://www.evokemotorcycles.com/urban-s>
21. Read about CAKE. Cake [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <https://ridecake.com/en-US/our-story>
22. Kalk OR: Lightweight, torquey, and quiet. The riding possibilities are endless. Cake [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <https://ridecake.com/en-US/p/kalk-or#>
23. Novus: Be Ahead [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://novusbike.com/home-2/>
24. Sondors: premium electric bikes [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://sondors.com/>
25. CONCEPT-E: Future of electric mobility. DAB Motors [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://dabmotors.com/concept-e/>
26. Ryvid Anthem. Ryvid [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://ryvid.com/products/anthem>
27. FRYBERT, Jan, Ján LACKO, Petr MUDRÁK, Jan SLANINA a Martin TRAUTMAN. Alternativní pohony. Brno: Integrovaná střední škola automobilní, 2015. ISBN 9788026075486.

28. Motorcycle types. SLOTH design: Motorcycle design magazine [online]. 2020 [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.slothdesign.com/trends/123-motorcycle-types>
29. Geometrie řízení. Motorkáři [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/geometrie-rizeni-38287.html>
30. VLK, František. Teorie a konstrukce motocyklů 1: Jízdní vlastnosti, Motocyklové motory, Příprava směsi. Brno: František Vlk, 2004. ISBN 80-239-1601-7.
31. VLK, František. Teorie a konstrukce motocyklů 2: Převodné ústrojí, Podvozek, rám, Elektrická výbava. Brno: František Vlk, 2004. ISBN 80-239-1601-7.
32. Looking for seed funding for electric motorcycle project. TheRodinhoods [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.therodinhoods.com/post/looking-for-seed-funding-for-electric-motorcycle-project/amp/>
33. Zero motorcycle engine dimensions. Mall [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.malls-67.top/ProductDetail.aspx?iid=62177493&pr=393.88>
34. KUDR, Jan. Podvozky závodních motocyklů. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
35. Why are Modern Swingarms Curved?: Is that a banana on your bike, or just happy to see us?. Motorcycle: est. 1994 [online]. 2018 [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.motorcycle.com/ask-mo-anything/why-are-modern-swingarms-curved.html>
36. Rekuperace brzděné energie u automobilů: Význam systému rekuperace brzděné energie. Šmucler: Vítejte v Autocentrum Jan Šmucler [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.smucler.cz/blog/rekuperace-brzdne-energie-u-automobilu-669.html>
37. LEVKIN, Dmitry. Permanent magnet synchronous motor: Permanent magnet synchronous motor constructions and types. Engineering solutions: Electromechanics for engineers [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://en.engineering-solutions.ru/motorcontrol/pmsm/>
38. Jak, kde a za kolik nabít elektromobil?: Kompletní průvodce. FDrive [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/jak-kde-a-za-kolik-nabit- elektromobil-kompletni-pruvodce-5005>
39. Nabíjecí stanice pro elektromobily, druhy a použití. Jak nenaletět. Hybrid [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://www.hybrid.cz/nabijeci-stanice-pro-elektromobily-druhy-pouziti-jak-неналетет/>
40. Rider's Triangle - Everything You Need to Know. Motofever [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://motofever.com/blogs/news/riders-triangle-everything-you-need-to-know>

41. Design Notes: Center of Gravity. The Electric Chronicles: Power in Flux [online]. [cit. 2022-03-31]. Dostupné z: <https://evmc2.wordpress.com/2014/12/20/design-notes-center-of-gravity/>
42. VÍTEK, Jan. Design motocyklu na elektrický pohon. Brno, 2022. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.
43. Motorcycle Seat Height Comparisons (290 different bikes). Adventure: Bike Troop [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.adventurebiketrop.com/motorcycle-seat-height/>
44. RUBÍNOVÁ, Dana. Ergonomie. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 8021433132.
45. Motonomics: Simulator [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://motonomics.com/simulator.php>
46. Can Motorcycle Seat Height Be Adjusted? (Explained!). Bike Restart [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://bikerestart.com/can-motorcycle-seat-height-be-adjusted/>
47. DUCATI PANIGALE V2 ADJUSTABLE ALUMINUM RIDER FOOTPEGS REARSETS 96280621AA: DUCATI PERFORMANCE. Dennis power sport: Home page [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.dennispowersport.com/products/ducati-panigale-v2-adjustable-aluminum-rider-footpegs-rearsets-96280621aa>
48. Ovládání. Mamotorka.sweb [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://mamotorka.sweb.cz/ovladani.htm>
49. KRČMA, Martin. Design cestovního motocyklu na elektrický pohon. Brno, 2017. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.
50. STK a motorka - "Jak ne/projít s motocyklem STK" - 6.: 6. - Jak ne/projít s motocyklem STK – zrcátka. Bob na blogu: Vše, co mě zajímá a co se děje kolem mě. [online]. 2018 [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <http://bob600.blogspot.com/2018/>
51. KOŇÁKOVÁ, Eva. Technická způsobilost motorky – 3. díl. Silniční motorky [online]. 2015 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <https://silnicnimotorky.cz/motorky/jak-na-to/technicka-zpusobilost-motorky-3-dil/kapitola/2/>
52. STK a motorka - "Jak ne/projít s motocyklem STK 2: Motocykl a STK – světla a světelné zdroje. Bob na blogu: Vše, co mě zajímá a co se děje kolem mě. [online]. 2018 [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <http://bob600.blogspot.com/2018/>

53. Víte, jaký řidičský průkaz na motorku, skútr či moped potřebujete?. AZ Pneu: Pneumatiky od A do Z [online]. [cit. 2022-04-01]. Dostupné z: <https://www.az-pneu.cz/clanky/vite-jaky-ridicky-prukaz-na-motorku-skutr-ci-moped-potrebuje>
54. Goowei Nabíjecí průmyslový článek, baterie 18650 3,7V 2500mAh. Battery [online]. [cit. 2022-04-02]. Dostupné z: <https://www.battery.cz/goowei-nabijeci-prumyslovy-clanek--baterie-18650-3-7v-2500mah/>
55. ANDERSON, Dan. Voltra electric motorcycle. Behance [online]. 2010 [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.behance.net/gallery/413268/Voltra-Electric-Motorcycle>
56. Ruční manipulace s břemeny: Aktuality BOZP a PO. Civop: Chráníme Vás při práci [online]. 2018 [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.civop.cz/rucni-manipulace-s-bremenymi-0/>
57. Vining Ivy: 2023 Color of the Year. PPG Paints [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://www.ppgpaints.com/2023-coty>



## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

<i>Kč</i>	koruna česká
<i>km</i>	kilometr
<i>km/h</i>	kilometr za hodinu
<i>W</i>	watt
<i>Wh</i>	watthodina
<i>mm</i>	milimetry
<i>kg</i>	kilogram
°	stupeň
°C	stupeň Celsia
<i>Ah</i>	ampérhodina
<i>hod</i>	hodina
<i>PPG</i>	Pittsburgh Plate Glass Company
<i>MHD</i>	městská hromadná doprava
<i>ABS</i>	akrylonitril butadien styren
<i>SPZ</i>	Státní poznávací značka
<i>AC</i>	alternating current (střídavý proud)
<i>DC</i>	direct current (stejnoseměrný proud)

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1	PRISMA diagram. ....	16
Obr. 2-2	Porovnání jednotlivých zdrojů. ....	17
Obr. 2-3	Globální trh s elektrickými motocykly. [2] .....	18
Obr. 2-4	Globální trh s mikromobilitou. [4] .....	19
Obr. 2-5	Potenciál globálního oteplování u motocyklů BEV a ICEV. [5] .....	19
Obr. 2-6	Obecné schéma fází uvažovaných při analýze životních cyklů motocyklů BEV a ICEV. [5]	20
Obr. 2-7	Zero S. [9] .....	21
Obr. 2-8	Zero SR/F. [10] .....	22
Obr. 2-9	Zero FX. [11] .....	23
Obr. 2-10	Harley-Davidson LiveWire. [13] .....	24
Obr. 2-11	Verge TS. [18] .....	25
Obr. 2-12	Evoke Urban S. [20] .....	26
Obr. 2-13	Cake Kalk OR. [22] .....	27
Obr. 2-14	Novus One. [23] .....	28
Obr. 2-15	Sondors Metacycle. [24] .....	29
Obr. 2-16	Dab Concept E. [25] .....	30
Obr. 2-17	Ryvid Anthem. [26] .....	30
Obr. 2-18	Jednotlivé typy motocyklů. [28] .....	31
Obr. 2-19	Podíl motocyklů na trhu podle typu. [28] .....	32
Obr. 2-20	Rozměry a geometrie motocyklu (upraveno). [30] .....	32
Obr. 2-21	Jednotlivé části elektrického motocyklu. [32] .....	33
Obr. 2-22	Rám motocyklu Zero SR. [33] .....	34
Obr. 2-23	Vlevo – teleskopická vidlice, vpravo – vidlice „upside down“. [34] .....	36
Obr. 2-24	Dvouramenná zadní kyvná vidlice. [35] .....	37
Obr. 2-25	Obecný popis synchronního (PMSM) motoru. [37] .....	39
Obr. 2-26	Přehled dobíjecích konektorů. [39] .....	40
Obr. 2-27	Ergoschéma. ....	41

Obr. 2-28	Motocyklový trojúhelník. [41] .....	42
Obr. 2-29	Postava – 1 550 mm, sedadlo – 820 mm. [45].....	43
Obr. 2-30	Postava – 1 550 mm, sedadlo – 790 mm. [45].....	43
Obr. 2-31	Postava – 1 860 mm, sedadlo – 790 mm. [45].....	44
Obr. 2-32	DUCATI PANIGALE V2 – nastavitelné stupačky. [47] .....	44
Obr. 2-33	Ovládací prvky motocyklu. [48].....	45
Obr. 2-34	Zorné úhly. [49] .....	45
Obr. 2-35	Minimální rozměry zpětných zrcátek. [51] .....	46
Obr. 2-36	Dotazníkové šetření. ....	48
Obr. 4-1	Strom cílů a omezení. ....	55
Obr. 4-2	Glass box. ....	56
Obr. 4-3	Prvotní skici.....	57
Obr. 4-4	Varianta 1.....	58
Obr. 4-5	Varianta 1 – základní rozměry a popis jednotlivých částí.....	59
Obr. 4-6	Varianta 2.....	60
Obr. 4-7	Varianta 2 – základní rozměry a popis jednotlivých částí.....	60
Obr. 4-8	Varianta 3.....	61
Obr. 4-9	Varianta 3 – základní rozměry a popis jednotlivých částí.....	62
Obr. 5-1	Předběžný návrh (1).....	66
Obr. 5-2	Předběžný návrh (2).....	67
Obr. 5-3	Předběžný návrh – 50% muž (1 770 mm).....	67
Obr. 5-4	Předběžný návrh – základní rozměry. ....	68
Obr. 5-5	Předběžný návrh – nastavitelné sedadlo. ....	69
Obr. 5-6	Fotografie modelu (M 1:6) předběžného návrhu (1). ....	70
Obr. 5-7	Fotografie modelu (M 1:6) předběžného návrhu (2). ....	70
Obr. 6-1	Hmota motocyklu.....	71
Obr. 6-2	Hlavní linie.....	72
Obr. 6-3	Perspektivní pohled – zepředu. ....	72
Obr. 6-4	Boční pohled – barevné a tvarové členění. ....	73
Obr. 6-5	Detail hlavní kapotáže.....	74

Obr. 6-6	Tvarování hlavní kapotáže.....	74
Obr. 6-7	Úložný prostor. ....	75
Obr. 6-8	Detail vysouvací přihrádky na mobil. ....	75
Obr. 6-9	Detail tvarového odskočení.....	76
Obr. 6-10	Detail bateriového bloku. ....	77
Obr. 6-11	Detail zadní vidlice. ....	78
Obr. 6-12	Přední maska.....	79
Obr. 6-13	Detail kol.....	79
Obr. 6-14	Perspektivní pohled – zezadu. ....	80
Obr. 6-15	Základní rozměry. ....	81
Obr. 6-16	Technické řešení motocyklu. ....	82
Obr. 6-17	Rám motocyklu. ....	83
Obr. 6-18	Mechanismus sedadla – horní poloha.....	83
Obr. 6-19	Mechanismus sedadla – dolní poloha.....	84
Obr. 6-20	Vyjímatelný bateriový box. ....	85
Obr. 6-21	Detail přední kotoučové brzdy. ....	86
Obr. 6-22	Detail zadní kotoučové brzdy.....	86
Obr. 6-23	Nabíjecí konektor. ....	87
Obr. 6-24	Integrovaný nabíjecí kabel.....	87
Obr. 6-25	Přední osvětlení.....	88
Obr. 6-26	Zadní osvětlení.....	89
Obr. 6-27	Jemné boční podsvícení.....	89
Obr. 6-28	Umístění SPZ.....	90
Obr. 6-29	Motocyklový trojúhelník. ....	91
Obr. 6-30	Výškově nastavitelné sedlo.....	92
Obr. 6-31	Poziční analýza – 5% žena.....	92
Obr. 6-32	Poziční analýza – 50% muž. ....	92
Obr. 6-33	Poziční analýza – 95% muž. ....	93
Obr. 6-34	Nastavitelné stupačky. ....	93
Obr. 6-35	Sklopné stupačky.....	94

Obr. 6-36	Detail zrcátek.....	94
Obr. 6-37	Pohled na řídítka s umístěným displejem. ....	95
Obr. 6-38	Základní grafika displeje.....	96
Obr. 6-39	Zorné úhly (50% muž). ....	96
Obr. 6-40	Barevné řešení č. 1. ....	97
Obr. 6-41	Barevné řešení č. 2. ....	98
Obr. 6-42	Barevné řešení č. 3. ....	98
Obr. 6-43	Logotyp.....	99
Obr. 6-44	Aplikace částečného logotypu.....	99
Obr. 6-45	Stojan motocyklu. ....	100
Obr. 6-46	Render v prostředí. ....	102

## 12 SEZNAM TABULEK

Tab. 3-1	Vymezení atributů a cílů produktu.....	53
Tab. 4-1	Morfologická analýza. ....	63
Tab. 4-2	Zhodnocení variant. ....	64
Tab. 5-1	Goowei Nabíjecí průmyslový článek. [54].....	65
Tab. 8-1	Výsledek výzkumu podle RIV .....	105

## 13 SEZNAM PŘÍLOH

### Zmenšené náhledové postery

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

### Samostatné přílohy

- Designérský poster (A1)
- Technický poster (A1)
- Ergonomický poster (A1)
- Sumarizační poster (A1)
- Fyzický model (M 1:4)

## 14 ZMENŠENÉ POSTERY

### Městský motocykl na elektrický pohon

2023

Adéla Rýznarová

vedoucí: doc. akad. soch. Ladislav Křenek ArtD.

Strego je návrh městského motocyklu na elektrický pohon. Navržený koncept představuje inovativní typ elektrického motocyklu, který je určen primárně pro provoz v městském prostředí. Návrh svým minimalistickým pojetím přiznává svou elektrickou podstatu a nesnaží se ji nijak kamuflovat. Mírné liniové členění ploch dodává na lehkosti a zároveň nerozbíjí celkovou sounáležitost. Nejvýraznější inovací je elektrické výškově nastavitelné sedlo, díky kterému je motocykl vhodný pro uživatele jakéhokoliv vzrůstu. Mezi další benefity patří nastavitelné stupečky, snadno vyjímatelné baterie, přítomnost velkého úložného prostoru, který pojme i standardní motocyklovou helmu, integrovaný nabíjecí samonavíjecí kabel, jemné podsvícení na bočních stranách motocyklu a chytré propojení displeje motocyklu s mobilním telefonem.





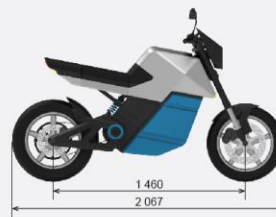
# STREGO

## TECHNICKÝ POSTER



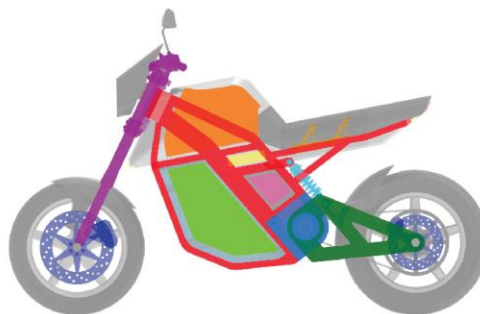
Důležitým přínosným prvkem tohoto návrhu jsou snadno vyjímatelné baterie, které lze snadno nahradit nabíječkami bez potřeby dlouhého čekání na nabíječku. Dále také přítomnost velkého a variabilního úložného prostoru, který, díky svým rozměrům, dokáže pojímat i standardní motocyklovou helmu. Pokud však uživatel vyjede mimo město, a ocení by spíše vyšší dojezd než velký zavazadlový prostor, může ho využít jako místo pro další přídatnou baterii.

Další výhody zahrnují integrovaný nabíjecí samonavíjecí kabel a jemné podsvícení na bočních stranách motocyklu (kvůli zvýšení bezpečnosti).



M (1:15)

- Elektronika
- Úložný prostor
- Rám
- Přední vidlice
- Kotoučové brzdy
- Elektromotor
- Zadní tlumič
- Baterie
- Zadní vidlice
- Mechanismus sedla
- Nabíječka



DESIGN MĚSTSKÉHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Adéla Rýznarová / Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2022/23



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ  
V BRNĚ



ÚSTAV  
KONSTRUOVÁNÍ



odbor  
průmyslového  
designu



# STREGO

ERGONOMICKÝ POSTER

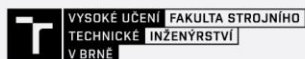


Klíčovým přínosem tohoto návrhu je zlepšení ergonomie, a to především díky navrhnutému výškově nastavitelnému elektrickému sedlu (790-830 mm), které díky svému chytrému mechanismu zaručuje ergonomický posed pro malé i velké postavy. Další ergonomickým benefitem jsou nastavitelné slupačky, jež jsou nastavitelné nejen výškově, ale i pozici. Dále tvarování kapotáže a samotného sedla, které je přizpůsobeno jezdcí a zajišťuje mu tak dostatečné pohodlí při jízdě.

Výhodou je také chytré propojení displeje motocyklu s mobilním telefonem, díky kterému má uživatel displej přizpůsobený přesně dle svých požadavků.



DESIGN MĚSTSKÉHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Adéla Rýznarová / Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2022/23

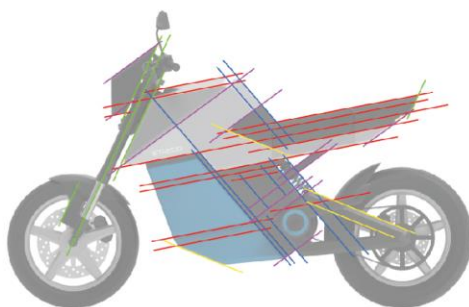
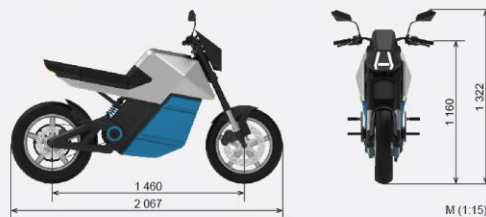


# STREGO

## SUMARIZAČNÍ POSTER



Cílem této diplomové práce bylo navrhnout městský motocykl na elektrický pohon s ohledem na technologické a ergonomické požadavky.  
Výsledný návrh je založen na důkladných poznatcích provedených v rámci designérské a technické analýzy, jež byly doplněny o výsledky z dotazníkového šetření.  
Výsledný design byl navržen tak, aby odrazil vnitřní uspořádání jednotlivých komponent a aby nezakrýval jeho charakteristické prvky. Díky svým pravidelným liniím působí velice kultivovaně, harmonicky, a přitom neztrácí na dynamice.



DESIGN MĚSTSKÉHO MOTOCYKLU NA ELEKTRICKÝ POHON / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Adéla Rýznarová / Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2022/23



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ  
V BRNĚ

FAKULTA STROJNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ



ÚSTAV  
KONSTRUOVÁNÍ



odbor  
průmyslového  
designu

