

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN ELEKTRICKÉHO SKÚTRU DO MĚSTSKÉHO PROSTŘEDÍ

DESIGN OF ELECTRIC SCOOTER FOR URBAN MOBILITY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JAKUB MACA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. LADISLAV KŘENEK,
ArtD.

BRNO 2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jakub Maca

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Průmyslový design ve strojírenství (2301T008)**

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 elektrického skútru do městského prostředí

v anglickém jazyce:

Design of Electric Scooter for Urban Mobility

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza a návrh designu elektrického skútru do městského prostředí. Návrh má splňovat obecné předpoklady průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.

Cíle diplomové práce:

Diplomová práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Přehled současného stavu poznání
3. Analýza problému a cíl práce
4. Variantní studie designu
5. Tvarové řešení
6. Konstrukčně technologické a ergonomické řešení
7. Barevné a grafické řešení
8. Diskuze
9. Závěr
10. Seznam použitých zdrojů

Forma práce: průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model

Typ práce: designérská; Účel práce: vzdělávání

Výstup práce: průmyslový vzor; Projekt: Specifický vysokoškolský výzkum

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

Zásady pro vypracování práce:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2015.pdf

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je, na základě vývojové, technické a designérské analýzy, tématu navrhnout elektrický skútr, ideálně uzpůsobený pro pohyb v městském prostředí, který bude praktickou, atraktivní a zejména šetrnější alternativou k osobnímu automobilu se spalovacím motorem. Důraz je kladen na ergonomické, estetické a funkční řešení systému, díky němuž je skútr možné složit do kompaktního tvaru a táhnout za sebou, převážet v hromadné dopravě a parkovat přímo v bytě či kanceláři. Jedinečná koncepce a praktické vlastnosti činí skútr atraktivní nejen jako prostředek osobní mobility, ale také jako užitkové vozidlo pro soukromé společnosti a veřejné instituce.

KLÍČOVÁ SLOVA

Skútr, elektrický skútr, skládací skútr, systém skládání, hub motor, baterie, městská mobilita, ekologický přínos

ABSTRAKT

The main aim of this thesis is to design electric scooter, which is ideally adapted for urban mobility and which will be a practical, attractive and environmental friendly alternative to the car with a combustion engine. Emphasis is given to proposal of ergonomic, aesthetic and functional solution of the system, which makes that scooter can be folded into a mobile compact shape. Folded scooter can be carried at public transportation vehicles and park right at home or in the office. The unique design and practical features of a scooter should be attractive not only in terms of personal mobility, but also as a utility vehicle for private companies and public institutions.

KEYWORDS

Scooter, electric scooter, folding scooter, folding system, hub motor, batteries, urban mobility, environmental friendly

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MACA, J. Design elektrického skútru do městského prostředí. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 93 s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Design elektrického skútru do městského prostředí zpracoval samostatně, veškeré použité zdroje jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů a žádné jiné jsem úmyslně nezatajil.

V Brně dne 22.5.2015

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji rodině a nejbližším za podporu během studia, panu doc. akad. soch. Ladislavu Křenkovi, ArtD. za cenné rady při řešení diplomové práce a panu Martinu Koumalovi za poskytnutí profesionálně vybavené dílny při práci na modelu.

OBSAH

ÚVOD	11
1 PŘEHLED SOUČASNÉHO POZNÁNÍ	12
1.1 Vývojová analýza	12
1.1.1 Ranné počátky osobní dopravy ve městě – předchůdci bicyklu	12
1.1.2 Fenomén tříkolky	13
1.1.3 První pokusy s elektromotory na kolech	14
1.1.4 Zlaté časy elektromobility na začátku 20. století	16
1.1.5 Nástup spalovacích motorů	16
1.1.6 20. století – stagnace elektromobility	17
1.1.7 21. století – nástup nových technologií	18
1.1.8 Renesance e-bicyklů	18
1.1.9 Výhled do blízké budoucnosti	19
1.2 Technická analýza	20
1.2.1 Koncepce pohonu	20
1.2.2 Elektromotory v náboji kola	20
1.2.3 Systém rekuperačního brzdění	21
1.2.4 Akumulátory	22
1.2.5 Vliv odporu na výkon vozidla	23
1.2.6 Vhodné konstrukční materiály	24
1.2.7 Náprava vozidla	25
1.3 Designérská analýza	26
1.3.1 MUV-e	27
1.3.2 Easy-glider X6	28
1.3.3 Urb-e	29
1.3.4 Stigo	30
1.3.5 No. 5065	31
1.3.6 Segway	32
1.3.7 Charakteristické designérské prvky lehkých, elektrických skútrů	33
2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	34
3 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	36
3.1 Varianta 1	37
3.2 Varianta 2	38
3.2.1 Varianta 2-A	39
3.2.2 Varianta 2-B	40
3.3 Varianta 3	42
4 TVAROVÉ A KOMPOZIČNÍ ŘEŠENÍ	45
4.1 Kompoziční a ideové řešení	45
4.1.1 Environmentální prvky designu	46
4.1.2 Systém skládání jako integrální část designu	46
4.1.3 Kompoziční řešení - pohled shora	47
4.1.4 Kompoziční řešení - čelní pohled	48
4.1.5 Kompoziční řešení - boční pohled	48
4.2 Tvarové řešení v detailu	49
4.2.1 Krytování přední nápravy	49
4.2.2 Řidítka	50
4.2.3 Uložení zadního kola a baterie	50

4.2.4	Platforma ke stání	51
4.2.5	Úložný prostor	52
5	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	53
5.1	Konstrukčně-technologické řešení	53
5.1.1	Základní geometrie vozidla	53
5.1.2	Umístění jednotlivých komponentů ve vozidle	54
5.1.3	Pohonná soustava	55
5.1.4	Brzdná soustava	56
5.1.5	Baterie a nabíjení	56
5.1.6	Konstrukce a materiály	57
5.1.7	Řízení a zavěšení kol	58
5.1.8	Mechanismus skládání	59
5.1.9	Osvětlení	61
5.1.10	Shrnutí základních technických parametrů vozidla	61
5.2	Ergonomické řešení	62
5.2.1	Ergonomie ve vztahu k člověku	62
5.2.2	Ergonomie ve vztahu k prostředí	64
5.2.3	Dobíjení a manipulace s baterií	66
5.2.4	Ovladače a sdělovače	67
5.2.5	Osvětlení	68
6	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	70
6.1	Branding	70
6.1.1	Návrh značky	70
6.1.2	Aplikace značky na vozidle	71
6.2	Barevné řešení vozidla	71
6.2.1	Barevné a grafické provedení skútru jako užitkového vozidla	73
7	DISKUZE	74
7.1	psychologická funkce	74
7.2	Ekonomická funkce	75
7.3	Společenská funkce	75
	ZÁVĚR	77
	SEZNAM LITERÁRNÍCH ZDROJŮ	79
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	84
	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	85
	SEZNAM PŘÍLOH	87
	NÁHLEDY POSTERŮ	88
	FOTOGRAFIE MODELU	92

ÚVOD

Renesance vozidel na elektrický pohon je ve 21. století patrná v celé řadě odvětví trhu s dopravními prostředky. Kromě poklesu ceny a větší dostupnosti nových technologií je tento trend podnícen i rostoucím ekologickým povědomím ve společnosti. Uplynulé století ve znamení spalovacích motorů s sebou přineslo řadu civilizačních problémů, které už cítíme na vlastní kůži, a se kterými se naše a budoucí generace musí vypořádat.

Jako nejaktuálnější výzva se dnes jeví řešení problémů mobility občanů v přelidněných městských aglomeracích. Města, a zejména ty s více než milionem obyvatel, trpí nadužíváním osobních automobilů pro dopravu na krátké vzdálenosti nejvíce. Nadměrný hluk, smog, znečištěné prostředí, časté zácpy, a to nejen v dopravních špičkách, nedostatek parkovacích míst a historická centra hyzděná automobily – to jsou vážné věci, které trápí obyvatele měst už nyní.

Cílem této diplomové práce bylo na základě důkladné analýzy tématu navrhnout designérské řešení elektrického skútru ideálně uzpůsobeného pro pohyb v městském prostředí, který bude důstojnou a praktickou alternativou k automobilu se spalovacím motorem. Navržený skútr by měl být vozidlem lehkým a flexibilním, které je možno snadno a rychle složit do kompaktních rozměrů a v tomto – stále mobilním – tvaru převážet tam, kde by to jinak nebylo možné. Pojízdna složená varianta tak otevírá možnost převážet skútr městskou hromadnou dopravou anebo jej parkovat přímo v bytě či kanceláři, kde jej lze dobít z běžné sítě. I přes tuto flexibilitu by si však měl produkt zachovat vzezření, které působí stabilně a důstojně. Cílem práce je tedy posunout koncept současných ultra-lehkých elektrických skútrů pro městskou mládež k produktu, který by skýtal stejné výhody (skladnost, nízká váha, provoz bez řidičského oprávnění, nulové emise) a navíc přinášel praktický design, který by vozidlo dělal atraktivní pro co nejširší populaci v aktivním věku.

Provoz takového vozidla by měl být finančně téměř zanedbatelný, šetrný k životnímu prostředí a v neposlední řadě i zábavný. Kromě toho by měl nabízet i možnost využití pro široké spektrum služeb všude tam, kde je provoz automobilů nemožný či nevhodný. Pragmatický skútr s čistým a elegantním designem by se mohl zařadit mezi běžně užívaná vozidla v městském prostředí a přispět tak k řešení jeho dopravních, ekologických a společenských problémů.

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO POZNÁNÍ

1.1 Vývojová analýza

Lehké, skládací elektrické skútry patří mezi vozidla s velice krátkou historií. První koncepty se objevují teprve na začátku 21. století a do dnešní doby se jim nepodařilo výrazněji prosadit na trhu. Vývoj těchto vozidel je však v současnosti na vzestupu a každou chvíli se na veřejnosti objevují nové koncepty. Dá se předpokládat, že do budoucna bude tento trend pokračovat a s klesající cenou a rostoucím výkonem baterií je budeme mít možnost vidat v městském prostředí čím dál častěji.

Skládací elektrické skútry se dají považovat za další vývojový článek osobní dopravy v městském prostředí. Abychom pochopili, jaké okolnosti k vývoji těchto vozidel vedly, je nutné prozkoumat historii tématu z širšího pohledu. Z tohoto důvodu se tato kapitola věnuje ideovým předchůdcům osobní dopravy ve městě, elektrifikaci dopravních prostředků v minulém století i rozmachu elektrických kol ve století současném..

1.1.1 Ranné počátky osobní dopravy ve městě – předchůdci bicyklu

Šťastný drak z Číny

Počátek osobní dopravy, kdy člověk vyměnil zvířecí tažnou sílu za mechanismus se dvěma koly poháněný vlastní silou se datuje hluboko do starověku.

Tyto nejstarší předky bicyklu lze najít už ve staré Číně, kde se už kolem roku 2300 př.n.l. používalo dvoukolé vozidlo postavené z bambusu, nazývané šťastný drak (viz obr. 1). [2]



Obr. 1 Předchůdce bicyklu ze staré Číny a francouzský celerifér z roku 1791 [2]

Francouzský Celerifér

Ponecháme-li stranou dohady a nevěrohodné doklady o vynálezu prvního bicyklu poháněného řetězem renesančním géniem Leonardem da Vinci, dá se za první opravdové jízdní kolo považovat vynález francouzského šlechtice Médé de Sivrac z roku

1791 (viz obr.2). Tyto stroje byly krásné, ale nepraktické. Jízda na nich vyžadovala, vzhledem k jejich vysoké hmotnosti a absenci řízení, hodně síly. Jezdit se na nich dalo pouze rovně. [2]



Obr. 2 francouzský celerifér, 1791 [2]

Pruská Draisina

Mnozí historici se domnívají, že první skutečný předchůdce bicyklu bylo až vozidlo vynalezené pruským důstojníkem baronem Karlem Friedrichem Christianem Ludwigem Drais Von Sauerbronn, a to 25 let po Sivracovi.

Draisina, jak byl stroj pojmenován, je 2,4 m dlouhá a říditelná; přední kolo je možné otáčet nezávisle na nosné konstrukci. Pohon nohama však u vynálezu zůstává stejný. Přestože byl pohyb Draisiny revoluční, celková konstrukce o váze 40 Kg byla krokem zpátky. I když se podstatně vylepšila konstrukce, stále nenabízela tato těžká a obtížně ovladatelná vozidla praktickou alternativu k cestování pěšky. [2]



Obr. 3 dámská modifikace tzv. draisiny, 1817 [2]

1.1.2 Fenomén tříkolky

V době, kdy bicykly již používaly pedály, byly na trh zavedeny první tříkolky. Ty byly určeny zejména pro jezdce, kteří se na jednostopých vozidlech necítili pohodlně – např. pro ženy, které v té době nosily výhradně dlouhé šaty. V roce 1876 James

1.1.2

Starley vyvinul tříkolku Coventry Lever (obr. 4), která používala dvě malé kola na pravé straně a velké hnací kolo na levé straně; síla byla dodávána ručními pákami. O rok později Starley vyvinul nový vůz Coventry Rotary, který byl jednou z prvních rotačních tříkolek s řetězovým pohonem. Těmito vynálezy Starley začal tříkolkové šílenství v Británii i na evropském kontinentu. [3]



Obr. 4 Tříkolka Starley Coventry, 1876 [4]

1.1.3 První pokusy s elektromotory na kolech

Trouvého tříkolka

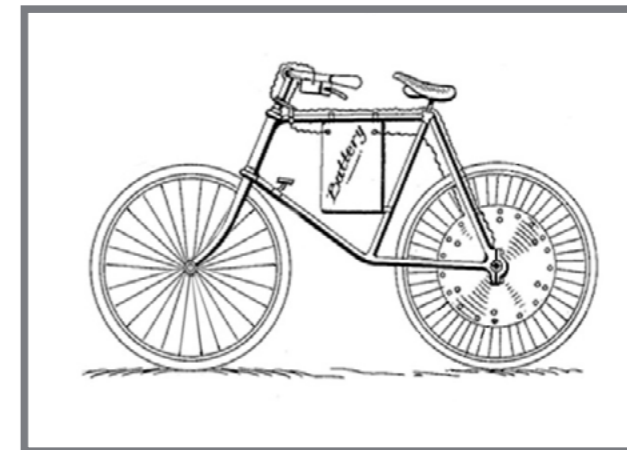
Jedním z prvních doložených pokusů s elektricky hnaným jízdním kolem je experiment francouze Gustava Trouvého právě s britskou tříkolku Starley Coventry (viz obr. 4) z roku 1881. [4]



Obr. 5 Tříkolka Starley Coventry s elektrickým pohonem, 1881 [4]

Ogden Bolton

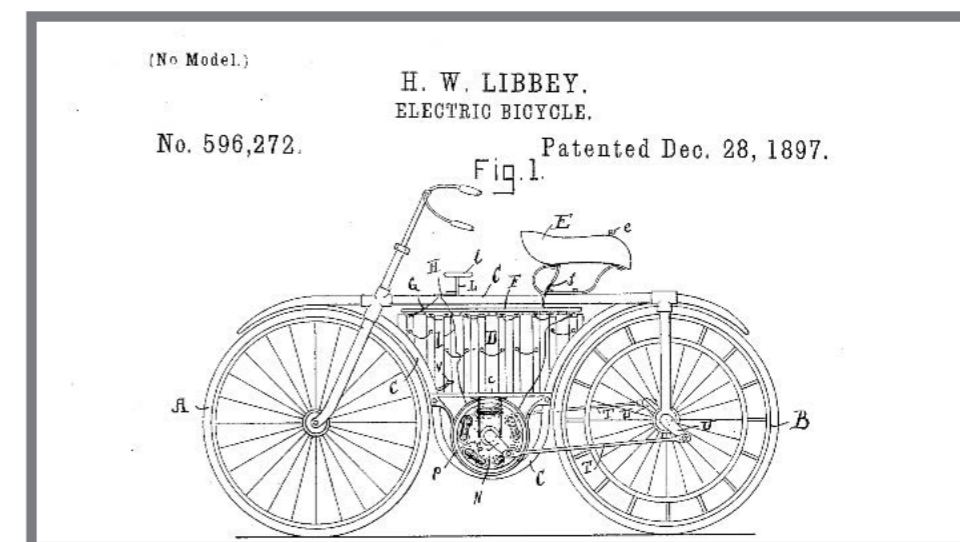
Za zmínku určitě stojí patent elektrického bicyklu z roku 1895, který je poháněn stejnosměrným motorem s permanentními magnety v náboji zadního kola. Na dobu svého vzniku je tento koncept až překvapivě moderní. [31]



Obr. 6 Ogden Bolton, 1895 [31]

Libbey's Electric Bicycle

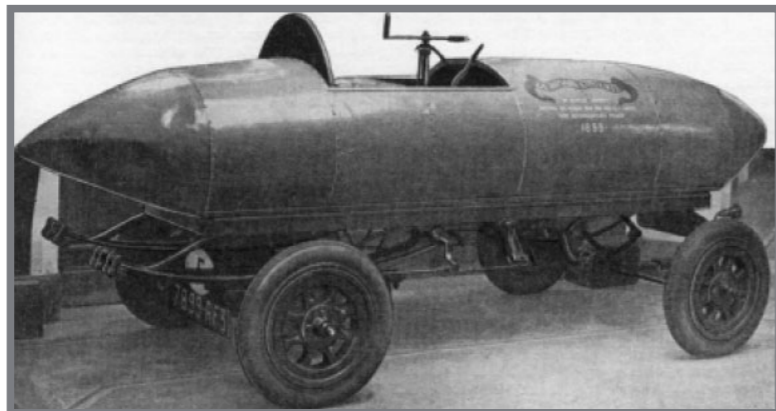
Z konce 19. století pochází rovněž patent e-bicyklu od vynálezce Hosea W. Libbeyho z roku 1897. Stejnosměrný motor s permanentními magnety oddělený od kola se může otáčet rychleji než kola samotná. Baterie se nachází v trojúhelníkovém rámu. Vzhledem k absenci pedálů na patentu by se dalo vozidlo považovat za elektrický skútr. [32]



Obr. 7 Libbey's Electric Bicycle, 1897 [32]

1.1.4 Zlaté časy elektromobility na začátku 20. století

Koncem 19. století, s masovou produkcí dobíjitelých baterií, začaly být elektrické vozy poměrně široce využívány. Za touto popularitou stojí fakt, že v dané době byly elektrická vozidla, na rozdíl od zapáchajících a drahých vozidel se spalovacími motory (dále jen SM), poměrně dostupná a také pohodlně nastartovatelná. Automobily se SM se totiž tehdy musely startovat ještě manuálně – startovací pákou. Další konkurent elektromobilů, proudová vozidla, byla zase poměrně neefektivní. Ve dvacátých letech minulého století bylo vyprodukováno několik set tisíc vozidel na elektrický pohon, ať už to byly osobní auta, autobusy, taxíky, dodávky nebo elektro-kola. [5]



Obr. 8 Nejrychlejší elektromobil 19. století – La Jamaise Contente, 1899 [5]

1.1.5 Nástup spalovacích motorů

I přes výše zmíněné slibné předpoklady, byly od doby, kdy ropa začala být dostupná širokým masám, elektromobily postupně vytlačovány vozidly se SM, které od roku 1911 už nepotřebovaly páku.

Když vezmeme v úvahu, že elektrické automobily byly tehdy schopné vyrobit přibližně 30 Wh Kg⁻¹ energie na kilogram a vozidla se SM v průměru 9000 Wh Kg⁻¹, je důvod ústupu elektrifikovaných osobních vozů celkem zřejmý. I když do těchto počtů zahrneme efektivitu jednotlivých motorů (u SM přibližně 20%, u elektromotoru 90%), vychází celkový poměr využitelné energie přibližně na 1:60 ve prospěch SM. V praxi to znamená, že zatímco auto se SM potřebovalo k ujetí 50 km okolo 4 kg paliva, elektromobil by ke zdolání této vzdálenosti potřeboval baterii o hmotnosti 270 kg. [5]

Další problém s bateriemi byl a je ten, že ve srovnání se SM potřebují velmi dlouhou dobu k úplnému dobití energie. I kdyby byla k dispozici adekvátní elektrická síť, dobití elektromobilu trvá minimálně několik hodin, zatímco nádrž vozu se SM naplníme během jedné minuty. Tento problém je aktuální bohužel i v dnešní době.

Další limitující záležitost je ta, že výkonné a kvalitní baterie byly (a jsou stále) velice drahé. To znamená, že každý elektromobil byl oproti automobilu se SM nejenom

omezený svým dojezdem, ale rovněž velmi nákladný. V neposlední řadě je zde také problém s životností baterií, které vydrží okolo pěti let, což má – v případě, že bereme automobil jako dlouhodobou investici – za následek další rozrůstání nákladů. [5]

Když vezmeme v potaz všechny výše zmíněné nedostatky elektromobilů, je absolutní dominance dopravních prostředků se SM na trhu 20. století celkem pochopitelná. Nezměnil na tom nic ani vynález prvního automobilu s hybridním pohonem, představený Ferdinandem Porsche již v roce 1900 (obr. 9) [5]



Obr. 9 První automobil s hybridním pohonem z roku 1900 [6]

1.1.6 20. století – stagnace elektromobility

Automobily a motocykly s elektrickým pohonem byly ve dvacátém století převládány nekompromisně efektivními a levnými SM a tím jejich vývoj na několik dekád téměř ustrnul. Tento fakt však neznamenal ustrnutí elektrických vozidel na všech frontách – stále zde existovaly oblasti (zejména v městském prostředí), kde se elektromotory z různých důvodů jevíly výhodněji.

Velký důraz byl ve 20. století kladen zejména na vývoj **rychlovlaků**, které oproti letecké dopravě nabízí rychlejší (není třeba zdlouhavého naložování, kontrol apod.) a hlavně levnější alternativu cestování na dlouhé vzdálenosti. V druhé polovině minulého století vedla možnost využívat elektřinu z drátů vysokého napětí také provozovatele **hromadné dopravy** k zavedení těchto vozidel v nespočtu měst po celém světě i u nás. V tomto období se elektrifikovaná vozidla začala využívat i v místech, kde byly hluk a zplodiny SM nepřijatelné, a tak je najdeme **ve skladištích, v interiérech budov či na golfových hřištích**. [5]



Obr. 10 Řada Shinkansenů na Japonském nádraží, 2009 [7]

1.1.7 21. století – nástup nových technologií

Pravděpodobně největší změnou na poli vývoje elektrických vozidel v posledních letech bylo zavedení Li-ion baterií, které mají oproti předchozím typům násobně vyšší kapacitu, jsou lehčí a dobíjí se rychleji. Vynález Li-ion baterií vedl k renesanci elektromobilů a postupnému, stále smělejšímu vstupování těchto vozidel na trh s automobily.

Ačkoli jsou v roce 2015 elektrické osobní automobily na městských komunikacích stále ještě světlou výjimkou, ostatní typy elektrických osobních vozidel jsou na vzestupu. Mezi těmito suverénně dominují elektrická kola a skútry, která zažívají boom zejména v Jižní a Východní Asii.

1.1.8 Renesance e-bicyklů

V předchozí podkapitole 1.1.3 byly uvedeny některé zajímavé patenty elektrických kol z konce 19. století. Ačkoli jde o zajímavé a technicky prozíravé koncepty, je třeba si uvědomit, že se tyto modely nikdy nedočkaly sériové výroby. Nástup SM ve 20. století sériovou výrobu elektrokol odložil o několik desetiletí.

Opravdový rozvoj zaznamenávají elektrokola až s ovládnutím točivého momentu elektromotorů, který byl objeven koncem 90. let 20. století a s masovou produkcí neodymiových magnetů v téže době. První komerční elektrická kola se na trhu objevila v roce 1992 a již v roce 1998 bylo na trhu 49 různých typů elektrokol a jejich produkce rostla rychlostí 8% ročně. [4] Lze to nazvat obrozením elektrických kol, které se zintenzivňuje se stále výkonnějšími a lehčími bateriemi. Pokud byla elektrokola před 15 lety běžně vybavena neskladnými olověnými bateriemi, dnes jsou k dispozici lehčí a cenově dostupné Li-Ion či LiPol baterie s kapacitou dostatečnou pro ujetí až 100 kilometrů na jedno nabití.



Obr. 11 Yamaha PAS, 1993 [4]

V letech 1993 - 2004 vzrostla produkce e-bicyklů o úctyhodných 35%. V roce 2007 tvořily elektrokola 15-20% všech jednostopých vozidel v čínských městech. Předpokládá se, že v roce 2010 jezdilo v Číně okolo 120 milionů elektrokol a prodej rapidně stoupá dál i v dalších zemích, jako Indie, USA, Nizozemí či Švýcarsko. V Evropě v roce 2013 jezdilo okolo 700 000 e-biků a prodej rok od roku prudce stoupá. Trend by měl být takový, že do roku 2016 prodeje celosvětově porostou o 9% ročně, přičemž Čína by měla na tomto trhu s 95% podílem i nadále suverénně dominovat. [5]



Obr. 12 E-bike od značky Smart, 2012 [8]

1.1.9 Výhled do blízké budoucnosti

Poptávka po elektricky poháněných vozidlech v posledních letech rapidně stoupá. A to nejen proto, že jejich provoz významně přispívá ke snížení hluku a znečištění, ale i proto, že přímo přispívají k oslabení naší závislosti na dopravě využívající neobnovitelné zdroje.

Elektrická vozidla nahrazují ty se SM všude tam, kde je to ekonomicky výhodné a také tam, kde je použití spalovacích motorů nepřijatelné – interiéry budov, golfová hřiště atd. Zatímco nástup elektromobilů stále limituje drahá technologie soudobých baterií a nedostatečná infrastruktura mimo města, prudký rozvoj zaznamenávají lehká osobní vozidla pro městskou mobilitu. V přelidněných a znečištěných čínských městech jsou elektrická kola a skútry běžnou součástí provozu už několik let, zbytek světa tento trend zachytil teprve nedávno. Produkce e-biků a e-skútrů ale rok od roku roste téměř dvouciferně a dá se předpokládat, že tato lehká vozidla v nedaleké budoucnosti zachvátí i západní společnost.



Obr. 13 Skládací e-skútr Me-mover [9]

1.2 Technická analýza

Řešený elektrický skútr je poměrně lehký a technologicky víceméně jednoduchý dopravní prostředek. Přesto při vytváření této designérské koncepce existuje spousta technických problémů, na které je nutno bráti ohled. Mezi ty nezákladnější patří vhodný výběr a umístění motoru a baterií, volba vhodných konstrukčních materiálů a kompletní řešení nápravy vozidla. Na obrázku je uveden příklad rozmístění jednotlivých komponentů u konceptu podobného typu vozidla.



Obr. 14 MUV-e: umístění důležitých technických komponentů [10]

1.2.1 Koncepce pohonu

Důležitým krokem pro návrh pohonné soustavy je vytvoření koncepce pohonu. V tomto případě máme na mysli vhodné navržení motoru a převodovky. Koncepci lze rozdělit na dvě základní varianty:

- **Návrh motoru s vícešupňovou převodovkou** – používá se v případě, kdy je vyžadována vysoká maximální rychlost vozidla.
- **Návrh motoru s pevným převodem** – Při použití pevného převodu nemusíme navrhovat vícešupňovou převodovku, což je z finančního i konstrukčního hlediska velká výhoda. [11]

1.2.2 Elektromotory v náboji kola

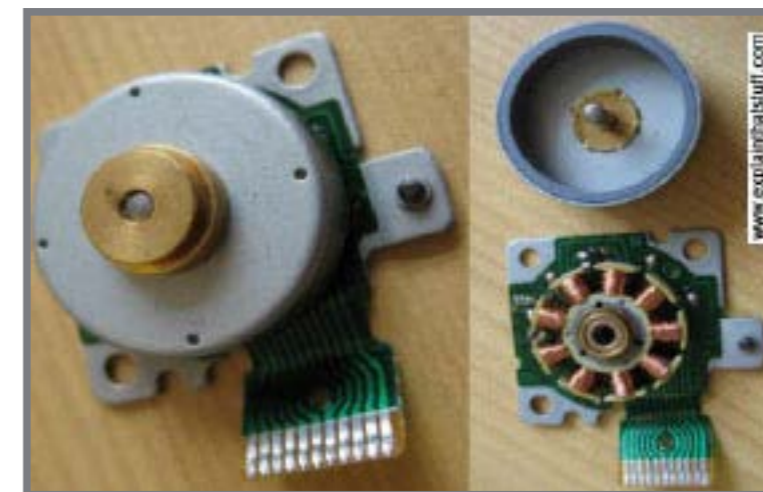
Motory v náboji kola, nazývané také hub motory, jsou elektromotory s permanentními magnety, které se velmi často pro svou jednoduchou konstrukci a snadnou údržbu, používají právě u elektrokol, invalidních vozítek apod. [5] V jednoduchosti fungují tak, že jejich elektromagnetická pole zásobují vinutí motoru a vnější část motoru se pak snaží tyto pole sledovat, čímž otáčí celým motorizovaným kolem. Hub motory fungují v kartáčových (DC) anebo bezkartáčových (BLDC) variacích. [12]

Kartáčové motory (DC)

Tyto motory jsou prakticky nejlevnější a nejméně kvalitní alternativou. Mají tendenci se v důsledku tření rychle opotřebovávat a spotřebovávat daleko vyšší množství proudu, když se zrovna neotáčí, než když jsou v provozu. To způsobuje časté přehřívání motorů. Další velkou nevýhodou je to, že jsou těžší než jejich konkurence. [13]

Bezkartáčové motory (BLDC)

BLDC elektromotory s magnetickým buzením jsou v elektrických vozidlech stále častější. Moderní elektronika umožňuje uživateli měnit napájecí frekvenci a ovlivňovat tak rychlost vozidla. Další výhodou tohoto typu pohonu je jeho snadné využití pro regenerativní nebo dynamické brzdění. [5]



Obr. 15 Ukázka BLDC motoru [16]

1.2.3 Systém rekuperačního brzdění

Rekuperační brzdění, proces recyklace brzděné energie, je velmi často uplatňované v elektrických vozidlech. Jde o proces přívodu energie z elektromotoru zpět do baterie během brzdění, kdy setrvačnost vozidla umožňuje přejít motoru do režimu generátoru. V tomto režimu baterie funguje jako zatížení, čímž poskytuje brzdnou sílu vozidlu.

Nicméně rekuperační brzdění nelze využít vždycky. Například když je baterie plně nabitá, brzdění musí být provedeno prostřednictvím mechanického brzdového systému. Koordinace mechanického a rekuperačního brzdění je pak z pravidla prováděna pomocí jednoho ovladače tak, že první část brzdění je rekuperační a ta plynule přechází do druhé části, mechanického brzdění.

Rekuperační brzdění u BLDC motoru, který se jeví pro lehká elektrická vozidla jako nejvhodnější, může být dosaženo obrácením proudu v obvodu motor-akumulátor během zpomalování, využívajícího motoru pracujícího jako generátor (přesměrování proudu do baterie). Aby toto fungovalo, musí se použít správná přepínací strategie v obvodu. [17], [18]

1.2.4 Akumulátory

Pojem „akumulátor“ označuje sekundární elektrochemický článek, který představuje zásobník elektrické energie a umožňuje vratnou přeměnu chemické a elektrické energie. [5]

Olověné baterie

Olověné baterie jsou komerčně velmi dobře dostupné a zároveň nejlevnější akumulátory na kilowatthodinu nabíjení. Nevýhodou je jejich vysoká hmotnost a nízká měrná energie, a tak si lze těžko představit vozidlo s olověnými bateriemi a dlouhým dojezdem. Zůstávají však možnou alternativou pro hybridní vozy, kde není třeba tolik energie a kde se dají v rychlosti vyměnit. [5]

NiCd baterie

Nikl kadmiové baterie mají téměř dvojnásobnou měrnou energii oproti olověným akumulátorům. Jsou dražší, ale za to vydrží mnohem déle. Výhodou těchto baterií je schopnost rychle se nabíjet (60% kapacity za hodinu), nevýhodou – a to zejména pro lehká vozidla – je jejich robustnost a napětí pouze 1,2 V, což znamená, že je potřeba 10 článků k dosažení 12V baterie. [5]

NiMH baterie

Nikl metal hydridní baterie mají velmi podobné vlastnosti NiCd bateriím, s tím rozdílem, že na záporné elektrodě využívají vodík místo životnímu prostředí nebezpečného kadmia. Zajímavou vlastností této záporné elektrody je to, že se chová v podstatě totožně jako palivové články. Oproti Nikl kadmiovým bateriím jsou na trhu k mání v relativně malých velikostech a jsou schopné rychleji se nabíjet. Dokonce je možné je nabíjet tak rychle, že je k tomu zapotřebí chlazení. [5]

Li-ion a Li-pol baterie

Li-Ion a Li-Pol články využívají lithium jako prvek s vysokou hodnotou elektrochemického potenciálu. Výhodou oproti ostatním typům baterií je jejich násobně větší kapacita, a tedy i menší velikost a hmotnost. Tato technologie zvyšuje až pětikrát akumulovanou energii v porovnání s olověnými články stejné hmotnosti. Nevýhodou těchto článků je, že i malé hodnoty přepětí mohou způsobit jejich poškození. To vyžaduje přesnější monitorování během nabíjení a u vícečlánekových baterií obvody zajišťující napěťovou bilanci článků. Další nevýhodou je životnost omezená počtem nabíjecích cyklů.

Li-ion baterie s kovovým obalem se od Li-pol baterií, krytých hliníkovou fólií, odlišují zejména vyšší odolností vůči mechanickému poškození. [19]

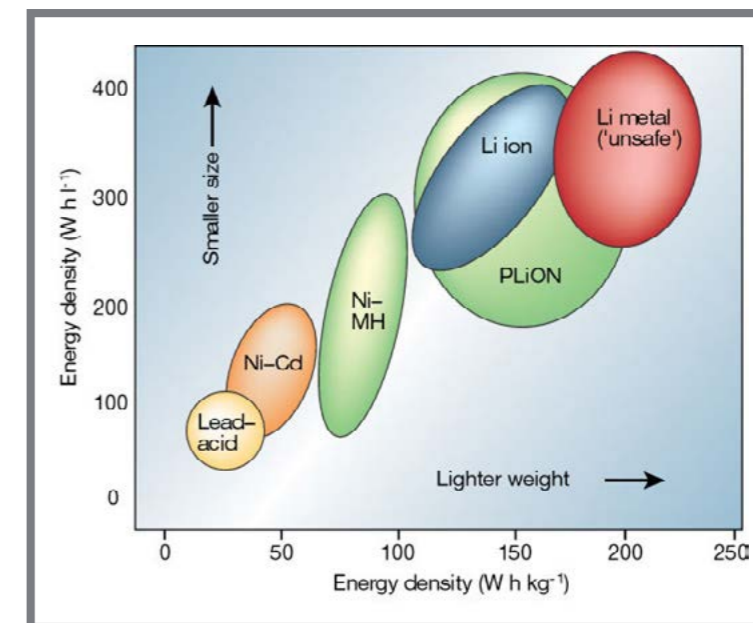


Obr. 16 Li-ion baterie [20]

Obr. 17 Li-pol baterie [21]

Metal-Air baterie

Tento velmi nový typ baterií představuje úplně odlišný přístup k ukládání energie. Metal-Air baterie totiž nemohou být dobíjeny proudem, místo toho musí být kovové elektrody nahrazeny nebo regenerovány. Kovové elektrody se tak dají považovat v principu za palivo. Toto „palivo“ je po vybití odesláno do regenerační stanice, kde je obnoveno. Toto řešení není nepodobné klasickým vozidlům se spalovacími motory, s tím rozdílem, že přináší benefity elektrovozů - nulové emise a nehluknost. Metal-Air baterie zatím nejsou téměř dostupné, jejich vývoj je však v plném proudu. Konkrétním kovem může být například zinek, hliník nebo lithium. [5]



Obr. 18 Porovnání kapacity, velikosti a hmotnosti jednotlivých druhů baterií [22]

1.2.5 Vliv odporu na výkon vozidla

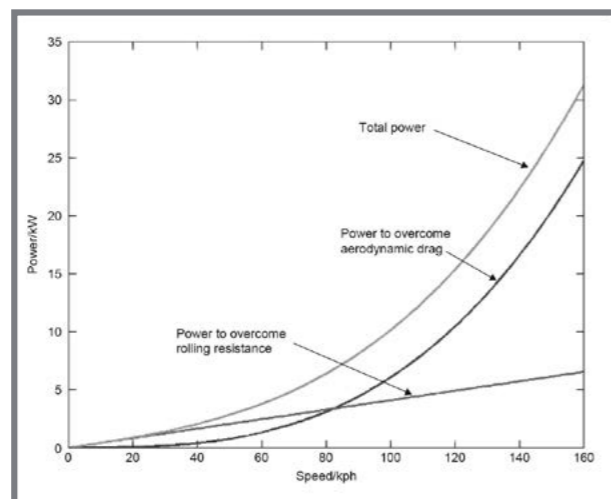
Aerodynamický odpor

Aerodynamika je pro elektrovozy částečně důležitá z hlediska spotřeby jejich energie. Zabývat se však aerodynamickým tvarem vozidla má smysl pouze, pokud dosahuje vyšších rychlostí. Vzhledem k maximální možné rychlosti řešeného skútru 25 km/h, je pro tuto práci snižování aerodynamického odporu – zmenšováním čelní plochy či streamline tvarováním – z hlediska energetických ztrát irelevantní. [5]

Valivý odpor

Mnohem důležitější než redukce aerodynamického odporu je pro pomalá elektrická vozidla redukce valivého odporu (viz obr. 19), který není závislý na rychlosti ale na koeficientu valivého odporu. Ten se pohybuje dle použitých pneumatik od 0,015 u radiálních pneumatik po 0,005 pro pneumatiky speciálně vyvinuté pro vozidla na elektrický pohon. [5]

Takové snížení valivého odporu na jednu třetinu přináší značný užitek, a to zejména pro nízkorychlostní vozidla, u nichž je odpor vzduchu zanedbatelný. Naopak snížení valivého odporu na jednu třetinu zvýší jejich dojezd, anebo zredukuje hmotnost baterií.



Obr. 19 Vliv valivého a aerodynamického odporu na spotřebu energie při jízdě [5]

1.2.6 Vhodné konstrukční materiály

Ocel je relativně levný a tuhý materiál, který je tradiční volbou pro výrobu karoserie a podvozku. To však neznamená, že musí být nutně dobrou volbou pro elektrická vozidla. Za prvé má nízkou pevnost v poměru k hmotnosti, což má za následek relativně těžkou konstrukci. Za druhé jsou výrobní náklady nízké, když je dopravní prostředek sériově vyráběn, ale relativně drahé, když je vyráběn v malých sériích – které bývají počáteční volbou pro elektrická vozidla. [5]

Materiály, jako je hliník a moderní kompozitní materiály, mají mnohem lepší pevnostně hmotnostní poměry než ocel, a oba jsou – kromě leteckého a závodního průmyslu – široce používány mezi různými typy elektrovozidel. [5]

Material	Density ρ (kg/m ³)	Fracture stress σ (MPa)	Young's Modulus E (GPa)	Strength to mass σ/ρ	Rigidity to mass E/ρ
Mild steel	7850	465	207	0.059	0.026
Stainless steel, FSM 1	7855	980	185	0.125	0.024
Aluminium alloy (DTD 5050B)	2810	500	71	0.178	0.025
Magnesium alloy (AX 31) (DTD 742)	1.780	185	45	0.104	0.025
Carbon fibre reinforced plastic, 58% unidirectional fibres by volume in epoxy resin	1500	1050	189	0.70	0.126
Glass reinforced plastic (GRP), 80% uniaxial glass by weight in polyester resin	2000	1240	48.2	0.62	0.024

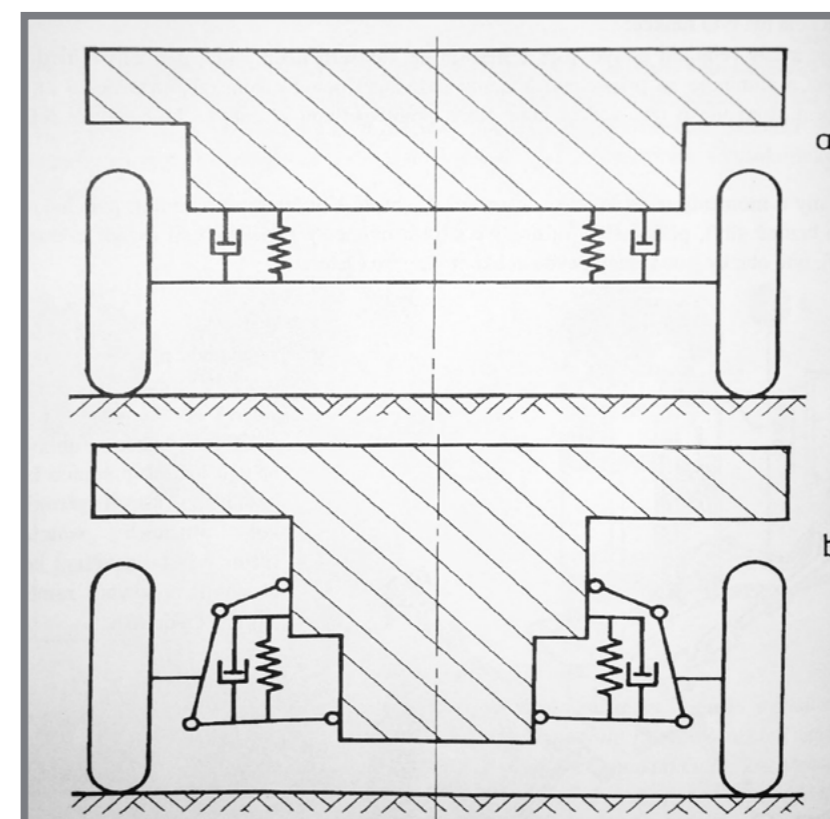
Obr. 20 Srovnání vlastností konstrukčních materiálů [5]

1.2.7 Náprava vozidla

Zavěšení kol

Zavěšení kol znamená způsob připojení kol k rámu vozidla. Umožňuje svislý relativní pohyb kola vzhledem ke karoserii nebo rámu, potřebný z hlediska pro pružení a eliminující na přijatelnou hodnotu nežádoucí pohyby kola.

Zavěšení kol bývá zpravidla děleno na dva druhy: závislé zavěšení (tuhá náprava) a nezávislé zavěšení (obr. 22). U závislého zavěšení jsou kola uložena na společném příčném nosníku, se kterým tvoří z kinematického hlediska jedno těleso. Nezávislé zavěšení, kdy je každé kolo zavěšeno k rámu samostatně, nejsou pohyby pravého a levého kola vázány. Při pružení jednoho kola nevznikne pohyb druhého. [23]



Obr. 21 a) tuhá náprava; b) nezávislé zavěšení [23]

Odpružením se pak zmenšuje přenos kmitavých pohybů náprav vozidla na jeho podvozkové části a karoserii. Chrání tak posádku před nežádoucími otřesy a zajišťuje stálý styk pneumatiky s vozovkou i při přejíždění výmolů, což u řídicích kol zlepšuje říditelnost vozidla. [23]

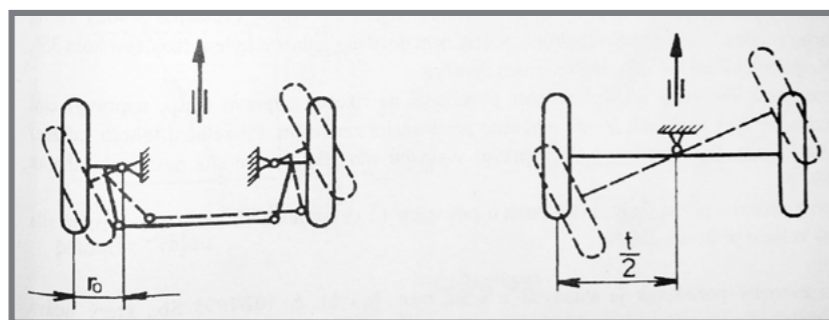
Systémů odpružení osobních vozidel existuje celá řada. Pro velmi lehká vozidla určená pro městskou mobilitu se nejčastěji používají ocelové pružiny anebo odpružení pomocí podhuštěných pneumatik (např. u vozítka segway).

Vzhledem k tomu, že navrhovaný elektrický skútr není stavěný pro výkon (max. rychlost 25 km/h) ani do terénu, a že jezdec by měl na vozidle nikoli sedět ale stát, je řešení bez pružin pro svou jednoduchost preferované i ve variantních modelech. Z tohoto důvodu musí být kola a pneumatiky určené pro tento druh tlumení dostatečně dimenzované.

Odpružení má za úkol zajistit co nejlepší kontakt kola s vozovkou a zajistit ovladatelnost vozidla za všech provozních podmínek. [23]

Řízení

Řízení slouží k udržování nebo změně směru vozidla. Podle konstrukce se řízení dělí na řízení jednotlivými koly nebo celou nápravou (obr. 22). [23]



Obr. 22 a) řízení předními koly; b) řízení celou nápravou [23]

Řízení celou nápravou se používá běžně jen u nákladních přívěsů. Motorová vozidla jsou obvykle řízena natáčením předních kol okolo rejdového čepu.

Dále rozlišujeme řízení přímé, ovládané jen silou řidiče a řízení pomocí posilovače, tzv. servořízení. [23] Lehké elektrické skútry obvykle užívají přímé řízení pomocí řídítek. Posilovač řízení není vzhledem k parametrům vozidla potřeba.

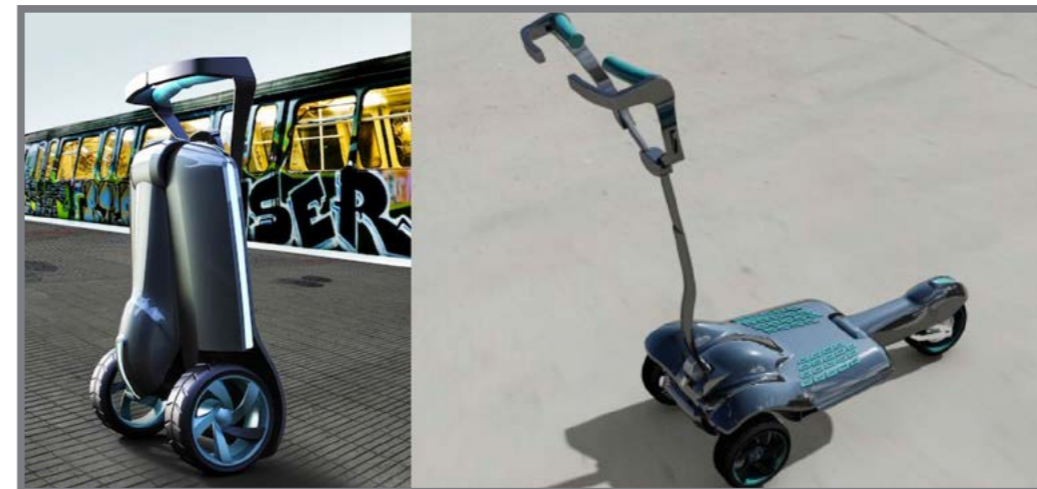
1.3 Designérská analýza

Lehké elektrické skútry jsou vozidla určená do městského prostředí, které mají z pragmatických důvodů snížené výkonostní parametry. Tato omezení mají do značné míry vliv na jejich celkový design. Důraz je kladen především na skladnost, nízkou váhu a vzhledem k tomu, že jde o dopravní prostředky vyjadřující určitý společenský názor uživatelů (starost o životní prostředí, nadčasovost, nekonformní chování), také na styling.

S vývojem stále lehčích a výkonnějších baterií a s rostoucím povědomím o problémech městské mobility se tyto vozidla pomalu dostávají na trh i v západním světě. Přesto, jak lze poznat i z tohoto výčtu konkurenčních produktů, komerční sériová produkce těchto dopravních prostředků je teprve otázkou blízké budoucnosti. Z tohoto důvodu je v přehledu uvedeno také několik produktů, které jsou prozatím ve fázi konceptu.

1.3.1 MUV-e

1.3.1



Obr. 23 Obr. 42 MUV-e ve složeném a rozloženém stavu [24]

MUV-e je koncept izraelských návrhářů Amira Zaida a Bennyho Shimona. Vozidlo s maximálním dojezdem až 40 km, rychlostí 25 km/h a váhou 15 kg je na trhu od roku 2013. [24]

Tvarové a barevné řešení

Využívá organického tvarování a velký důraz klade na vzhled produktu ve složené fázi. Složený tvar připomíná přenosné zavazadlo, působí celistvě, jednotlivé prvky do sebe zapadají a neruší celkový dojem. Na vizuální zajímavosti dodává i textura sloužící v rozloženém stavu jako protiskluzová podložka.

Můžeme konstatovat, že kompaktní vzhled vozidla ve složeném stavu je na úkor estetiky vozidla ve stavu rozloženém. V pojízdné fázi vozidlo působí rozpačitě a to hned z několika důvodů. Celkovou hmotu skútru můžeme rozložit do tří celků – řízení, platformu ke stání a vidlici zadního kola. Tyto tři celky jsou na první pohled ve vzájemné disharmonii. Subtilní řízení působí křehce a oproti masivní platformě ke stání značně poddimenzovaně. Krytování vidlice se zadním kolem se zase jeví jako násilím přilepené, bez nějaké tvarové návaznosti na hmotu platformy. Barevné řešení je decentní a vkusné, přestože kobaltová modř v kombinaci s akcentní azurovou nepodtrhuje ekologický přínos vozidla.

Ergonomické řešení

Za velký nedostatek můžeme považovat absenci jakýchkoli světlometů. K dobru můžeme naopak přičíst možnost propojení skútru s mobilním telefonem. U lehkých e-skútrů je důležitá také technická a časová náročnost skládání vozidla z pojízdné do složené fáze. V případě MUV-e je možné vytknout nutnost postavení vozidla do vzpřímené polohy předtím, než složíme vidlici zadního kola do podvozku. Ve složeném stavu je však manipulace a mobilita řešená dobře.

Psychologická funkce

Výrobek jasně míří na skupinu městského člověka mladší až střední generace. Kategorie, do které vozidlo spadá, už sama o sobě vzbuzuje emoce. Odprostité-li se však od

tohoto faktoru, může skútr zejména v rozloženém stavu působit jako vozítko pro děti či vozítko pouťového charakteru.

1.3.2 Easy-glider X6



Obr. 24 Easy-glider X6 [25]

Easy-glider X6 je nekonformní skútr od německé firmy Divio GmbH, který byl uveden jako koncept v roce 2008. [25]

Tvarové a barevné řešení

Vizuálně jde o velmi netradiční koncept využívající unikátní práci s hmotou, která zaujme na první pohled. Motor, baterie a veškerá technologie je umístěna přímo v náboji předního kola, zbytek vozidla je prakticky už jen prostá hliníková konstrukce. Díky výrazné červené barvě tato hmota vynikne ještě více, a přestože o vyváženosti mezi jednotlivými prvky nemůže být řeč, jde o kreativní řešení, které zaslouží pozornost. Zajímavý detail je i vyosené řízení, které jen podtrhuje agresivitu tohoto nekonformního tvarového pojetí.

Ergonomické řešení

Ergonomické řešení Easy-glideru X6 je na pováženou. Skútr se na první pohled zdá nestabilní, veškerá váha na hnaném předním kole pohodlnosti řízení rovněž příliš neprospěje. Hliníková platforma se zdá být dost malá a pravděpodobně neumožňuje uživateli přešlápnout. Důraz je naopak kladen na bezpečnost jízdy. Vozidlo má dvě separované brzdy – ruční brzdou pro přední kolo a brzdový pedál pro zadní kolečka. Na řídicích se dále nachází zvonek, on/off vypínač a displej, který sděluje informace o jízdě. Chvályhodný prvek pro zlepšení je určitě tlačítko, které umožňuje omezit maximální rychlost buď na 6 km/h, 12 km/h nebo 20 km/h. Skládací řídicí vidlice umožňuje složit skútr do rozměrů 30x50 cm. [25] Bohužel Easy-glider X6 není ve složeném stavu mobilní, což je oproti konkurenci velká nevýhoda.

Psychologická funkce

Výrobek cílí na skupinu městského člověka mladé generace. Je určený pro zábavu a transport po městě. Easy-glider X6 svým tvarovým a technickým řešením bezpochyby vyčnívá z celé řady elektrických skútrů pro volný čas. Kreativní řešení rozložení hmoty, které je stejně bizarní jako atraktivní, však připoutá pozornost napříč generacemi. Síla konceptu je navíc podtržena výraznou červenou barvou krytování a helvetský kříž, tradiční symbol řemeslné kvality, může rozptýlit pochyby o stabilitě a bezpečnosti vozidla.

1.3.3 Urb-e

1.3.3



Obr. 25 Urb-e v pojízdné a složené fázi [27]

Elektrické vozítko Urb-E od Urban Mobility se podle firemních materiálů řadí k „nejvíce kompaktním elektromobilům na světě.“ [27]

Tvarové a barevné řešení

Design miniaturní elektrické koloběžky je založený na principu co největší kompaktnosti. Na první pohled si můžeme všimnout absence krytování. Estetika celé konstrukce je potlačena na úkor funkčnosti. Technicistní charakter návrhu je narušen hravým barevným krytem baterie a zadních koleček. Děrovaný rám je tak dominantním výrazovým prostředkem, který celému návrhu dodává dětský, skoro až stavebnicový ráz.

Ergonomické řešení

Netradičně malé rozměry vozidla Urb-e s sebou přináší některé výhody a nevýhody. Za výhodu lze považovat nízkou hmotnost a kompaktní tvar ve složeném stavu, šikový a rychlý způsob skládání, přední světlomet a mřížku na zadním profilu pro odložení malého zavazadla. Nevýhodou je pak jistě nepohodlí při jízdě, které už urostlejší osoby mohou na tak malém vozidle pocítit.

Psychologická funkce

Urb-e působí velice chytrým dojmem, autoři mysleli na spoustu maličkostí, které uživatel ocení. Co ohromí je jeho skvělá kompaktnost a praktičnost. Vzhledem ke svým rozměrům a hravým designovým prvkům může dobře cílit na velmi mladou generaci

i děti. Urostlejší osoby ale naopak mohou na takto miniaturním vozítku působit legračně.

1.3.4 Stigo



Obr. 26 Stigo v pojízdné a složené fázi [28]

Stigo od estonské firmy Stigobike je jedním z nejpovedenějších městských elektroskútrů současnosti. [28]

Tvarové a barevné řešení

Stigo se vizuálně jeví spíše jako e-bicykl než jako elektrický skútr. Absence pedálů, malé rozměry a možnost skládání do mobilního vozíku ho však jasně řadí mezi tento přehled konkurenčních produktů.

Hliníková konstrukce Stiga působí velmi sebevědomě. Ačkoli zde zcela postrádáme krytování, produkt nevypadá technicistně. Rám je elegantní a dynamický, za což můžou jemně ohýbané hliníkové profily. I ve složeném tvaru si Stigo zachovává vizuální integritu. Barevné řešení je velice vkusné, střídání tmavě šedé a přirozených hliníkových trubek dělá celek zajímavějším a oranžový akcent oživuje celkový vzhled. Po tvarově-kompoziční stránce bychom produktu mohli vytknout maximálně absenci nějakého výraznějšího momentu překvapení.

Ergonomické řešení

Stigo je velmi kompaktní produkt, který nachází dobrý balanc mezi skladností a pohodlností jízdy. Je dostatečně velký i pro urostlejší muže, kteří se na něm nemusí cítit nepatřičně a přitom dost skladný, aby se vešel do vozů hromadné dopravy. Skládání je otázkou asi dvou vteřin a jednoho pohybu. Řidič má k dispozici pohodlné sedadlo, opěry pro nohy a přední a zadní brzdy. Pro větší bezpečnost je Stigo osazen předním a zadním LED světlotmetem. Rychlost a stav baterie je zobrazována na jednoduché digitální palubní desce. Nevýhodou Stiga je nemožnost vytáhnout baterii z těla. [28]

Psychologická funkce

Na rozdíl od některých vozidel z tohoto výčtu působí Stigo důstojně a dospěle. Nelze si ho splést s dětskou hračkou, je elegantní a praktický. Jeho funkční a estetické kvali-

ty jsou dostatečně silné, aby přesvědčili část městského obyvatelstva o alternativních způsobech dopravy v městském prostředí.

1.3.5 No. 5065

1.3.5



Obr. 27 No. 5065 Scooter v pojízdné a složené fázi [29]

No. 5065 je vítězný koncept Red Dot Award v kategorii „mobility“ od návrháře Wang Yixinga z roku 2014. [29]

Tvarové a barevné řešení

No. 5065 je velmi elegantní a chytrý, přenosný skútr, který je bezesporu jedním z nejmenších e-skútrů vůbec. Tvarové řešení je lapidární – máme k dispozici minimalistický tubus, který můžeme kdekoli rozložit do malé ale praktické elektrické koloběžky. Technicistní součástky jsou zde s citem propojeny s jednoduchými válcovými plochami a bílá barva podtrhuje celkovou jednoduchost produktu.

Ergonomické řešení

Z ergonomického hlediska musíme na skútru No. 5065 ocenit zejména jeho miniaturní rozměry. Designér šel v tomto případě na hranu možného a výsledkem je vozidlo, které ve složené fázi můžeme nosit pod paží. Jako oběť této maximální kompaktnosti však skútr pozbyl osvětlení, sdělovače výkonnosti a záhadou zůstává i brzdění nebo stabilita při jízdě.

Psychologická funkce

No. 5065 získal Red Dot Design Award bezpochyby za svoji vyjímečnou kompaktnost. Přes možné ergonomické a výkonnostní neduhy je tento koncept, co se městské mobility týče, na jiné úrovni. Návrhář dokonce zmiňuje možnost využití skútru tak, že si jej uživatel bude moci pronajmát přímo z prodejního automatu na ulici a po ujetí své poslední míle zase vrátit do jiného.

1.3.6 Segway



Obr. 28 Segway [33]

Segway je dvoukolový elektrický dopravní prostředek využívající ke svému pohybu patentovanou technologii dynamické stabilizace. Řídí se pohyby dopředu a do stran, které vozítko vyvažuje svým vlastním pohybem. Elektromotory pohánějící vozidlo jsou napájeny Ni-MH nebo Li-ion akumulátory. Stabilitu ve vzpřímené poloze zajišťuje soustava gyroskopů řízená mikroprocesorem. [34]

Ačkoli je Segway velmi unikátní a liší se od ostatních skútrů uvedených v rešerši, jedná se v podstatě o přímou, ne-li jedinou, konkurenci řešeného návrhu, která se stala masově oblíbenou a rozšířenou. Velký podíl na tomto má právě jedinečný systém řízení, který se dá poměrně velmi rychle naučit. Další výhodou Segwaye jsou jeho rozměry a ekologické kvality, které jej předurčují k provozu ve městech. V mnoha státech, včetně České republiky, mají dokonce status chodce a jsou hojně používány k vyhlídkovým jízdám pro turisty.

Mezi největší nevýhody Segwayů, oproti ostatním uvedeným vozidlům, patří jejich vysoká hmotnost (až 50 kg) a nemožnost skládání – tedy daleko nižší flexibilita. Další nevýhodou může být i zmíněný systém řízení, který nemusí všem vyhovovat a někomu se může zdát i nebezpečný. Ostatně vážných nehod na Segwayích přibývá a velmi často jde o zranění hlavy, kdy pacient končí na jednotce intenzivní péče [35]. Za nevýhodu můžeme považovat i vysokou pořizovací cenu.

1.3.7

1.3.7 Charakteristické designérské prvky lehkých, elektrických skútrů

Jak už jsem uvedl na začátku designérské analýzy, v současné době je většina lehkých městských e-skútrů teprve v koncepční fázi, nebo ve fázi projektu čekajícího na investora. Produkty, které se dnes dají reálně zakoupit, se v drtivé většině vyrábí ve velmi malých sériích nebo dokonce na zakázku. Trh je tak malý, že třecích ploch mezi jednotlivými výrobci není mnoho. Kromě toho u této teprve vznikající kategorie nemůžeme mluvit o nějakém obecném vkusu, který by definoval design a svazoval návrháře v jejich invenci. To vše vysvětluje množství různých designérských přístupů, které lze pozorovat na předchozím přehledu.

Přes rozmanitý styling těchto vozidel však můžeme nalézt některé charakteristické znaky, které nám je pomohou kategorizovat a následně analyzovat z designérského hlediska. Vozidla můžeme dělit podle základního konceptu na: jednostopé koloběžky, tříkolky s platformou ke stání a miniaturní kola/odrážedla se sedánkem. Vozidla ve všech kategoriích mají většinou důležitý společný rys – je možné je složit do kompaktního tvaru, který s sebou v optimálním případě můžeme vozit městskou hromadnou dopravou anebo si jej vzít do bytu či kanceláře. Vozidla přitom spoléhají na systém skládání, který je v rámci každé kategorie velmi podobný.

Systém skládání (a tím pádem i to, do které z vytyčených kategorií produkt patří) pak téměř ve všech případech ovlivňuje celkový design výrobku, který se do velké míry odvíjí od jeho konstrukce. Přes to všechno může designér značně ovlivnit to, jak bude daný výrobek působit, na jakou cílovou skupinu uživatelů bude zaměřený, designem může podtrhnout anebo vyvrátit jeho vlastnosti (výkon, ekologičnost) – a celkově vzato mu vtisknout myšlenku, emoce, život. Jeden konstrukční koncept pak může designér přetavit ve vozidlo dynamické a agresivní; mírné, podtrhující ekologický přínos; minimalistické; technicistní; organické až sochařské atd. Dveře pro designérský příspěvek k tématu jsou do široka otevřené.

2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Problém, k jehož řešení by měla diplomová práce přispět, má celospolečenský charakter. V největší míře se však dotýká obyvatel měst – a to i těch českých. Jde o nadužívání osobních automobilů pro dopravu na krátké vzdálenosti ve městech a jeho aglomeracích, které má za následek:

- nadměrný hluk a znečištění městského prostředí
- časté zácpy, zejména v dopravní špičce
- nedostatek parkovacích míst
- provoz v historických centrech měst na úkor životního prostoru občanů.

Komplexní řešení tohoto civilizačního problému je bezesporu složité a závislé na mnoha faktorech. Jedním z nejdůležitějších je však ochota každého jedince uvědomit si vážnost problému a zároveň i ochota přispět svým dílem k jeho nápravě. Z pohledu průmyslového designéra takovým příspěvkem může být návrh dopravního prostředku, který by na zmíněné problémy hledal řešení. V rámci této diplomové práce půjde konkrétně o **design elektrického skútru ideálně uzpůsobeného pro pohyb v městském prostředí, který bude praktickou, atraktivní a zejména šetrnější alternativou k osobnímu automobilu**. K tomu, aby takové vozidlo mohlo uspět, musí splňovat řadu praktických i estetických kritérií, musí si najít své místo na trhu a nabídnout uživateli něco navíc oproti současné konkurenci. Při navrhování elektrického skútru s těmito ambicemi je třeba myslet na řadu konstrukčních, ergonomických, designérských a společenských aspektů, které mohou výrazně ovlivnit výsledek. V tomto konkrétním případě bude nutné:

- zajistit nízkou hmotnost vozidla (20 – 30 Kg)
 - zvolit vhodné konstrukční materiály, baterie a pohon
 - uvědoměle pracovat s tvarováním karoserie
 - vypustit všechny nadbytečné elementy;
- zajistit kompaktní rozměry a flexibilitu vozidla
 - navrhnout jednoduchý systém skládání skútru do podoby mobilního vozíku
 - zajistit možnost přenášet skútr městskou hromadnou dopravou
 - zajistit možnost parkovat skútr v interiérech;
- zajistit dobrou tuhost a stabilitu vozidla
 - zajistit dobrou tuhost platformy při zachování nízké hmotnosti
 - umístit podvozek na tři kola;
- klást důraz na dobré jízdní vlastnosti
 - zajistit maximální rychlost 25 Km/h
 - zajistit dojezd 20 – 40 Km (v závislosti na hmotnosti pasažéra a povrchu vozovky)
 - zvolit vhodný akumulátor s nízkou hmotností a vysokou kapacitou
 - zvolit vhodný typ a umístění elektromotoru
 - navrhnout konstrukci nápravy umožňující kvalitní a zábavnou jízdu;

- klást důraz na pohodlné denní užívání
 - zajistit nastavitelnost řízení pro 95 procent populace
 - zajistit možnost dobíjení v běžné síti
 - navrhnout praktické umístění úložného prostoru
 - umožnit propojení s chytrým telefonem;
- oslovit široké spektrum městského obyvatelstva
 - čistý a ucelený vzhled ve složeném i rozloženém stavu
 - zajistit, aby návrh byl atraktivní pro obojí pohlaví, teenagery i jejich rodiče
 - navrhnout produkt, na kterém dospělý člověk nebude vypadat nepatříčně
 - umožnit individualizaci produktu pomocí různých barevných kombinací;
- nabídnout využití skútru pro široké portfolio služeb ve městě
 - navrhnout systém výměnných elementů pro různá využití
 - navrhnout důstojný vzhled, který umožní vozítko využívat soukromými i veřejnými subjekty všude tam, kde je využití automobilů nevhodné nebo nemožné.

3 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Na úvod této kapitoly je třeba zmínit, že konkrétní cíle diplomové práce a prostředky k dosažení těchto cílů, uvedené v předchozí kapitole, se v konečné podobě objevily teprve v průběhu tvorby variantních návrhů. Tyto studie a koncepty tak velmi dobře posloužily jako nástroj, na kterých se daly v praxi ověřit myšlenkové postupy, které později definovaly výsledný tvar vozidla. Původní cíl diplomové práce byl sice stejný – navrhnout praktický, skládací městský skútr – avšak teprve práce na variantních studiích odhalila celý potenciál vozidla, který se nakonec promítl do rozšíření vytyčených cílů a do finálního návrhu. Oproti původnímu záměru byl nakonec kladen větší důraz na rozměry a hmotu vozidla, které by měly vzbuzovat dojem spolehlivosti a důstojnosti – tak aby skútr mohl být využíván pro širokou řadu služeb a nepůsobil v těchto rolích nepatřičně (např. jako vozidla pro policejní složky atp.).

Kromě parametrů, které skútr dostal až během procesu navrhování, existovalo také mnoho vlastností, které byly dány předem na základě průzkumu současného trhu, historické a zejména pak technické analýzy. V této fázi bylo rozhodnuto, že navrhovaný elektrický skútr nebude jednostopé vozidlo, které by na první pohled evokovalo dětskou koloběžku, nýbrž tříkolka, která působí stabilněji, dospěleji a jízda na ní je komfortnější. Rovněž předem bylo dáno, že skútr bude mít dvě kola vpředu a jedno vzadu. Takové rozložení umožňuje snadné řešení skládání tak, aby v nepojízdné fázi zůstaly dvě kola na zemi a složený skútr se dal táhnout, podobně jako kufr na kolečkách, za sebou. Skútr se dvěma koly vpředu je také stabilnější do zatáček a konstrukce tohoto typu vytváří mezi předními koly ideální místo pro úložný prostor. V neposlední řadě bylo před začátkem skicování stanoveno, že půjde o skútr bez sedánku. Absence sedánku odlehčí konstrukci, usnadní mechanismus skládání a dodá skútru nejen sportovní vzhled, ale také aktivnější pocit z jízdy. Koncept tím sice přichází o skupinu uživatelů, kteří delší stání nesnáší dobře (senioři, handicapovaní) – pro tuto cílovou skupinu jsou však určeny jiné typy skútrů, které jsou na trhu běžně k dostání. Základním předpokladem k oslovení zbývající části populace bylo vymyslet takový koncept, který by byl praktický a zároveň krásný při zachování maximální flexibility vozidla. Konkrétně šlo zejména o navržení systému skládání, který by fungoval snadno, rychle a intuitivně. Skútr zároveň musel splňovat estetické kvality jak ve složeném, tak v rozloženém stavu. Způsob skládání v tomto případě jednoznačně určoval další směřování celého konceptu a z tohoto důvodu byl na něj kladen velký důraz hned z počátku. Důležitou roli v navrhování sehrála také technická analýza celé problematiky. Na základě rozsáhlé rešerše (z nichž je část uvedena v kapitole 1.2 Technická analýza) byla vybrána konkrétní pohonná jednotka skútru, baterie, konstrukční materiály atd. a vytvořeny variantní návrhy rozložení těchto komponentů ve vozidle. Tato technická schemata pak byla použita pro konkrétní variantní návrhy a částečně předurčovala jejich charakter.

V neposlední řadě bylo třeba myslet i na ergonomické požadavky na vozidlo. V průběhu navrhování bylo nutné brát ohled na to, aby skútr mohl obsluhovat 95 percentil populace obou pohlaví. Dále zajistit dostatečný komfort uživatele při jízdě a zároveň při manipulaci s vozidlem ve složeném stavu a zároveň s tím také kontrolovat rozměry skútru, aby byl provozuschopný i v interiérech budov, vešel se do dveří apod. Praktic-

kých požadavků, které měly vliv na design bylo předem poměrně dost a na všechny bylo zapotřebí brát zřetel.

3.1 Varianta 1

3.1



Obr. 29 Elektrický skútr – Varianta 1

Ačkoli první varianta skútru vznikla ještě před vypracováním technické analýzy a nevychází tedy z reálných technických požadavků kladených na tento typ vozidla, ideově jde o jasného předchůdce finálního řešení. Na této studii je patrný základní koncept způsobu skládání, ze kterého budou vycházet další variantní návrhy zpracované na základě analýz. Myšlenku, že ve složeném stavu všechny části karoserie zapadnou do sebe a vytvoří tak jeden ucelený tvar, lze z designérského pohledu bezesporu brát jako nosnou. Skútr tím ve složeném tvaru působí velmi kompaktně a jeho čistý tvar není ničím narušován. Skládání tak nepůsobí jako přidaná funkce, která v důsledku kazí vizuální dojem z vozidla, ale jako integrální součást konceptu, která podtrhuje funkci a samotnou filosofii vozidla. V otevřeném stavu pak vrchní i spodní části karoserie nepůsobí rozpačité a to, že její tvar vychází ze systému skládání není na první pohled znát. Tímto bylo tedy docíleno, že by – po nutném vyladění tvarů – mohl skútr působit příjemně v rozložené i složené fázi.

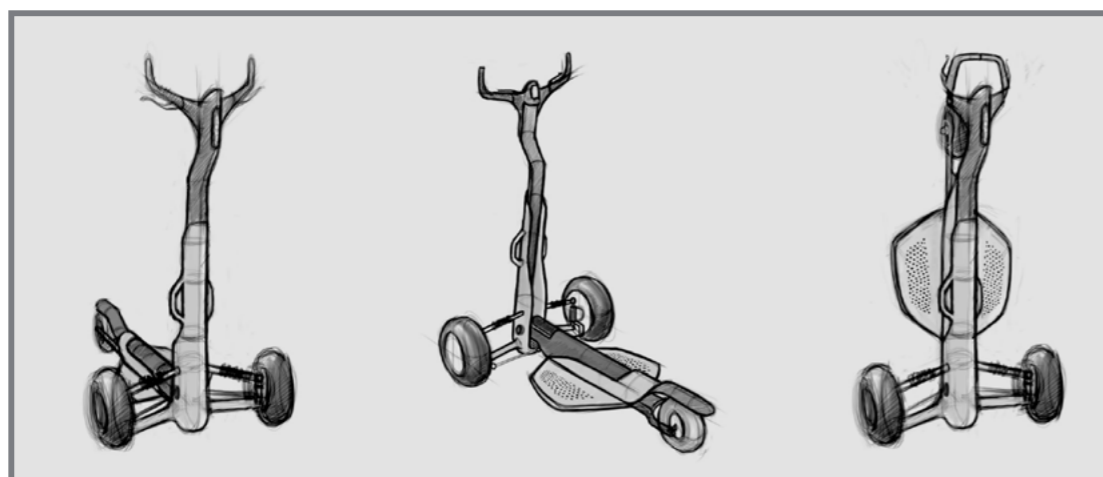
Z praktického hlediska však toto řešení přinášelo kromě pozitiva, že do vzniknuvšího prostředního panelu lze schovat baterii, také spoustu věcí, které bylo nutné vyřešit. Jako největší výzva se jevílo řešení problému, jakým způsobem nechat zapadnout zadní kolo do složeného tvaru. Varianta 1 toto řeší poměrně vágním způsobem, který by v praxi příliš nefungoval, tedy miniaturizací zadního kolečka. Ačkoli řízení ve složeném stavu zadní kolo snadno obchází, jízdní vlastnosti a komfort při jízdě ve stavu rozloženém tím prudce klesají. Další problém je samotný systém řízení, který v této variantě není řešen vůbec. Namísto řízení je ve spodní části řídicí vidlice kloub, který

pomáhá skútr složit do varianty vozíku. Návrhu také chybí řešení nápravy vozidla, která by tlumila nárazy při průjezdu členitějším městským terénem. Stejně nevhodné jako malé zadní kolečko se pak jeví i kola přední, která by kvůli subtilnímu charakteru rovněž nepřispívala k pohodlí uživatele při jízdě. Platforma ke stání je v této původní variantě příliš deskovitá a řídítka, tvarovaná tak aby mohl uživatel vést složený skútr za sebou, nejsou zrovna elegantní a připomínají spíše rotoped.

I přes tyto výrazné, zejména technické, nedostatky, se varianta 1 elektrického skútru stala díky důmyslnému systému skládání odrazovým můstkem pro navrhování dalších studií.

3.2 Varianta 2

Jak můžeme vidět na obrázku 30, v následující fázi byla varianta 1 překreslena a obohacena o technické prvky, které byly řešeny v rámci technického semináře diplomové práce.



Obr. 30 Varianta 2 – prvotní fáze

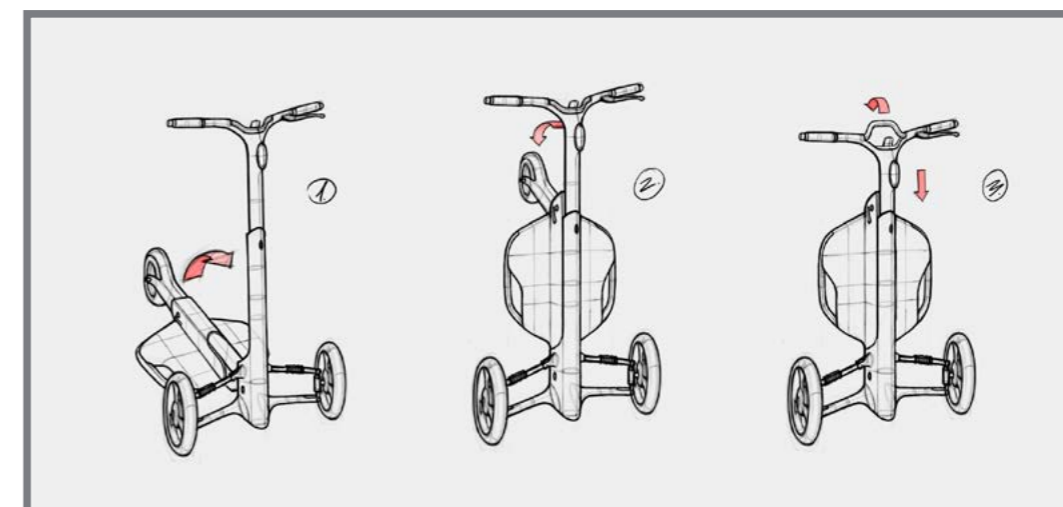
Varianta 2 používá stejný systém skládání, který byl navržen u předchozí varianty a shledán jako nosný koncept designu vozidla. Skútr má odhalenou přední nápravu, která umožňuje natáčení kol do stran a dostatečně velká, řízená kola s podhuštěnými pneumatikami, které tlumí nárazy ve svislém směru. Tvar karoserie je zaoblený – přední část funguje jako uložení pro řídicí vidlici, která je tvarovaná tak, aby ve složeném stavu kryla zadní kolo. Blatník, nyní již dostatečně velké zadního kola, tak po složení přesně zapadá do řídicí vidlice. Řídítka podobná rotopedu byla nahrazena klasickými řídítky, které je možno otočit tak, aby fungovala ve složeném stavu jako madlo. Přední světlomet se posunul na vrchní část řídicí vidlice (jak je tomu ve zvyku u jízdních kol) a platforma ke stání dostala tvar odpovídající tvarovému řešení celého vozidla. Tato prvotní fáze druhé varianty byla následně rozpracovaná dvěma směry.

3.2.1 Varianta 2-A



Obr. 31 Varianta 2-A

Varianta 2-A sice vychází s předchozího náčrtu, přináší však s sebou několik inovací, které koncept ovlivňují zejména po funkční a ergonomické stránce. Zásadní změna je v systému skládání, která má vliv na obsluhu vozidla i na rozmístění hlavních technických komponentů. Systém skládání je názorně ukázán na následujícím obrázku 32. Skútr se skládá ve třech krocích. Nejprve uživatel zvedne spodní část skútru, kterou zacvakne do části přední. Zadní kolo se pak ve druhém kroku uvolní a společně s blatníkem složí do vnitřního panelu platformy ke stání, který je v této variantě dutý. Ve složené fázi pak jen uživatel odklopí madlo, které je kultivovaně začleněno do tvaru řídicí vidlice a může skútr táhnout za sebou podobně jako letištní zavazadlo.



Obr. 32 Systém skládání u varianty 2-A

Tento systém skládání má vliv na umístění baterie, která se z prostředního panelu platformy určeného pro zásun zadního kola, přesunula rovnoměrně do spodní části celé platformy – zde by byla rozvrstvená podobně jako v laptotech. Nevýhodou tohoto řešení je nutnost využití li-ion baterií atypických tvarů a tím i možné komplikace při výměně baterie či nemožnost snadného vyjmutí akumulátoru pro domácí nabíjení. Výhodou je pak lepší rozložení hmotnosti a zbytečnost řešení problému zamykání baterie v prostředním panelu před krádeží.

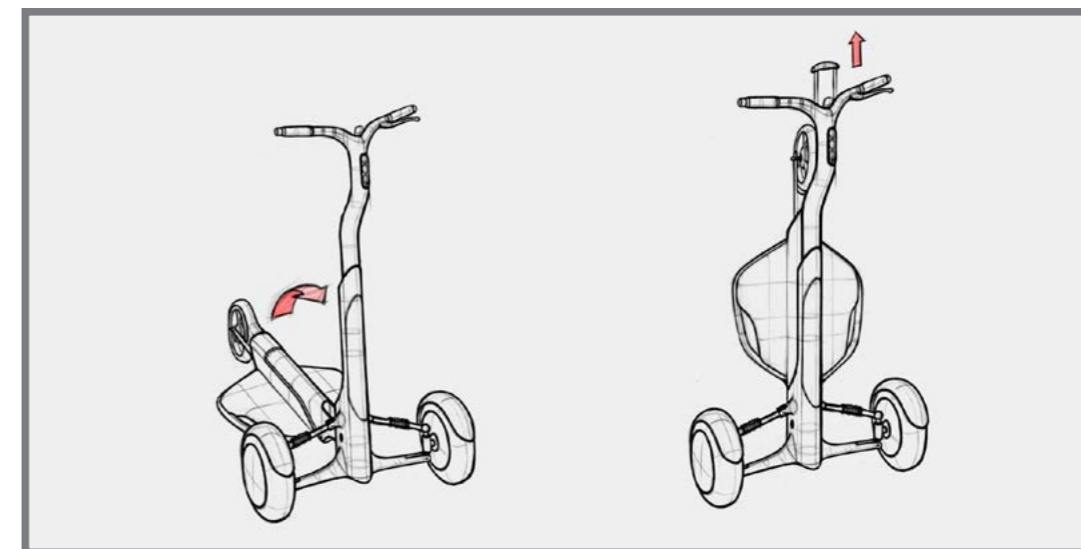
Při navrhování tohoto konceptu bylo nutné brát zřetel na rozložení hmotnosti skútru s ohledem na uživatele. Ten se bude s tímto problémem potýkat zejména při táhnutí vozidla ve složeném stavu. Těžké součásti, z nichž motor je právě ta nejtěžší (3,5 kg), je dobré umístit tak, aby byly ve složené fázi co nejnižší k zemi a skútr se tak snadno táhnul. Umístit motor do náboje zadního kola je v této variantě možné, protože se skladem do prostředního panelu dostává blízko k zemi a nekomplikuje tak táhnutí vozíku. Nevýhodou však je, že v prvním kroku skládání musíme kolo i s těžkým hub motorem zvedat ze země. Obecně by se dalo tvrdit, že z pohledu uživatele není tato varianta skládání skútru příjemná ještě z dalšího důvodu – větší náročnosti. Mechanismus se skládá ze tří kroků spojených s aretací uložení zadního kola a může být pro leckoho zbytečně dlouhý a uživatelsky nepohodlný. Z tohoto hlediska je pro další rozvoj tato varianta nevhodná. Skládání musí být jednoduché a intuitivní; jakékoli komplikace snižují konkurenceschopnost výrobku na trhu.

3.2.2 Varianta 2-B



Obr. 33 Varianta 2-B

Varianta 2-B se vrací k původnímu konceptu a jednoduchému systému skládání ve dvou krocích, viz obrázek 34.



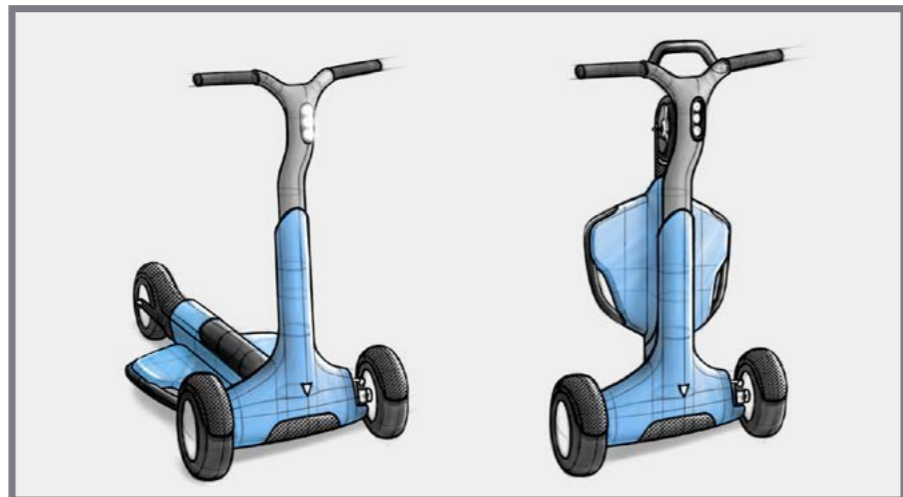
Obr. 34 Systém skládání u varianty 2-B

V prvním kroku uživatel uchopí spodní část skútru, kterou zaklapne do části přední. Pak už jen vysune teleskopické madlo a může skútr na kolech táhnout za sebou. Jak bylo zmíněno u předchozí varianty, rozložení hmotnosti u složeného skútru hraje v ergonomické rovině zásadní roli. Aby se uživatel nemusel tahat s těžkým hub motorem umístěním přímo pod madlem, bylo nutné umístit po jednom hub motoru do obou předních kol. Kvůli dvěma pohonným jednotkám sice stoupne cena vozidla a, přestože motory budou mít poloviční výkon, také jeho hmotnost, jde v tomto případě o nutnou daň za jednoduchou obsluhu skútru. Dvě hnané kola však nepřináší jenom nevýhody. Díky lepšímu přenosu výkonu motoru na vozovku se zlepšují jízdní vlastnosti vozidla a absence motoru v zadním kole umožní skládání bez větších obtíží prakticky komukoli.

Přední náprava je bez krytování a umožňuje kolům, jenž jsou řízená, naklapení do stran při průjezdu zatáčkou. Tlumení nárazů při jízdě je umožněno pomocí podhuštěných pneumatik předních kol. Stand je upevněn k prostřednímu panelu, který obsahuje vyjímatelnou Li-ion baterii. Karoserie je samonosná a veškeré konstrukční prvky jsou tvořeny ze slitiny hliníku anebo uhlíkových vláken. Subtilní šasi, absence čehokoli nadbytečného, co by zvyšovalo hmotnost a lehké konstrukční materiály činí z této varianty poměrně lehký dopravní prostředek, který by mohl být s váhou okolo 20 kg uživatelsky příjemný. Ve složeném stavu by skútr na předních kolech poměrně snadno utáhla i fyzicky slabší osoba. Taková subtilní konstrukce však v sobě skýtá i řadu nevýhod. Skútr působí poměrně křehkým dojmem, k čemuž přispívá také nechráněná a ke zlomení náchylná náprava a v této fázi má stále blíže ke koloběžce pro mládež, než k důstojně vzhlízejícímu městskému vozidlu pro širokou cílovou skupinu obyvatel. Skútru schází dojem spolehlivosti a těžko si jej lze představit v roli např. vozidla městské policie či jiné užitkové aplikace v městském prostředí. V této fázi vývoje bylo jasně shledáno, že využití skútru nejen jako zábavného osobního dopravního prostřed-

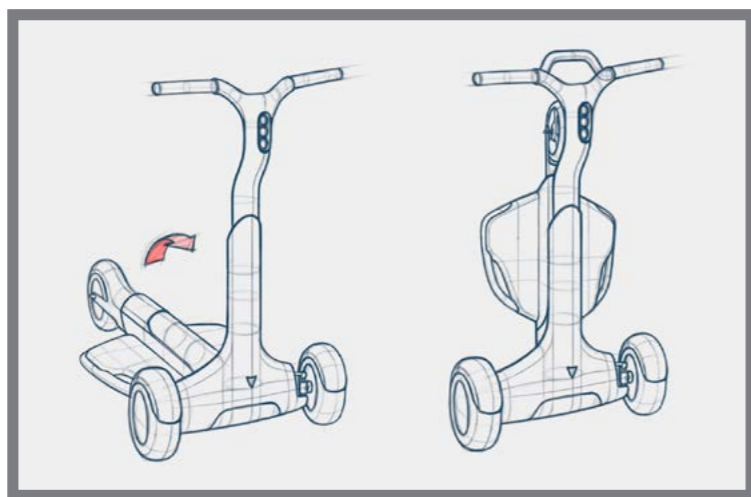
ku, ale také jako užitečného a praktického vozidla do míst, kde je provoz jiných typů vozidel nemožný nebo nevýhodný, je zásadní kritérium pro splnění stanovených cílů. Bylo tedy zapotřebí přistoupit k návrhu odlišným způsobem a snažit se o začlenění těchto nově vyvstanuvších požadavků na design do dalších variantních studií.

3.3 Varianta 3



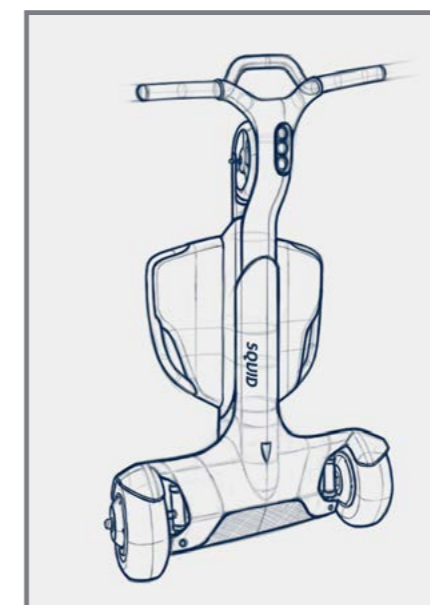
Obr. 35 Varianta 3 fáze I

Třetí varianta se hned v první fázi svého vývoje snažila vyřešit problém, který vyvstal u předchozích variant – subtilní charakter, který navozoval dojem koloběžky pro městskou mládež. Prostředkem pro dosažení důstojného, spolehlivého a atraktivního designu pro širokou cílovou skupinu a širokou škálu uplatnění bylo zejména zhmotnění konstrukce a navýšení objemu. Společně s tím byla také zakrytována přední náprava, aby výsledný produkt působil bezpečně a samozřejmě bezpečný také byl. Výsledkem těchto kroků je skútr, který rázem působí mnohem stabilněji a sebevědoměji a můžeme si na něm představit teenagera, muže středního věku či strážníka městské policie, aniž by kterákoliv z těchto představ působila nepatřičně. Systém skládání byl pojat stejně jako u předchozí varianty ve znamení rychlosti a jednoduchosti.



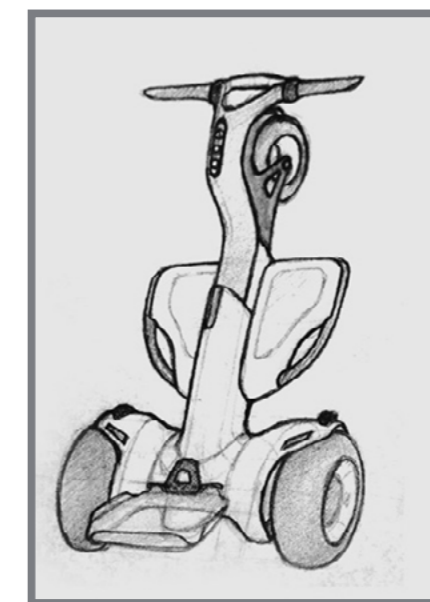
Obr. 36 Systém skládání varianty 3

V další fázi vývoje byla – stále ještě ve skicích – zaměřena na tvarování krytu přední nápravy a také byl pozměněn tvar platformy ke stání. Madlo bylo otočné na dvou čepích a za jízdy integrované do vnitřní části řídicí vidlice. V tomto bodě vozidlo dostalo také svůj název: SQUID. V překladu z angličtiny jde o „oliheň“, mořského živočicha, ideálně přizpůsobeného svému prostředí, kterého ve svém složeném tvaru skútr zdánlivě připomíná.



Obr. 37 Varianta 3 fáze II

Jisté bylo, že na krytování přední nápravy bude nutné ještě zapracovat. Jde o dominantní část karoserie, která má zásadní vliv na celkový charakter vozidla. V této fázi lámané a ploché tvary krytování působí poměrně agresivně a rozdrobený vzhled příliš neladí s celistvým tvarováním zbytku vozidla.



Obr. 38 Varianta 3 fáze III

Fáze III se dá již považovat za přímého předchůdce finálního návrhu. Oproti předchozí fázi bylo provedeno několik změn. Nejpatrnější změnou je masivnější přední náprava s výrazně zvětšenými předními koly, které umožní skútru pohyb i v náročnějším městském terénu. V přední části je vidět i náznak konstrukce úložného prostoru – toto bylo dořešeno až v následující fázi vývoje. Tvar řídicí vidlice je rovněž pozměněn. Madlo sloužící k manipulaci se skútreem ve složeném stavu je nyní napevno uložené a tvarované jako součást řídicího panelu. Na skice jde vidět i způsob uložení zadního kola, které bude nesené blatníkem integrovaným do prostředního panelu. Platforma ke stání je nyní menší, stále však obdařená úchyty, které mají zároveň nosnou funkci. Tato skica byla definitivní předlohou k vytvoření 3D modelu v CAD systému Rhinoceros 3D.



Obr. 39 Varianta 3 fáze IV

Poslední úpravy designu probíhaly už ve 3D software. Došlo především k nastavení velikosti jednotlivých dílů tak, aby vyhovovaly ergonomickým kritériím a úpravě detailů skútru, které nelze na skicích dobře postihnout. Fáze IV je již téměř hotový produkt, od finálního designu se odlišuje především krytem nápravy, která je stále ještě, oproti ladnému tvarování zbytku vozidla, poněkud brutální. V závěru změny doznal i design zadního kola a řídicího panelu a jako poslední byl vyřešen úložný prostor mezi předními koly. Podrobný popis finálního designu elektrického skútru následuje v další kapitole.

4 TVAROVÉ A KOMPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

4



Obr. 40 Rozložená a složená finální varianta skútru

Finální tvarové řešení elektrického skútru vznikalo na základě důkladné analýzy problematiky po technické, ergonomické a společenskovední stránce. Tyto vědomosti sloužily ke správnému nasměrování designérské práce tak, aby výsledný produkt byl atraktivní pro cílovou skupinu uživatelů a zároveň dbal na její potřeby v dnešním světě. Design vychází primárně z funkce; dbá na komfort uživatele v celé řadě myslitelných situací a umožňuje užité využití vozidla tam, kde jsou méně kompaktní vozidla nevhodná. Díky promyšlenému designérskému řešení tak může být využíváno nejen jako prostředek pro osobní dopravu (tzv. personal mobility solution), ale i pro širokou nabídku služeb v městském prostředí. Skútr tak mohou využívat např. strážníci městské policie, doručovací služby, turistické agentury v historických centrech, restaurace rozvázející pizzu anebo personál hotelů, výstavních ploch, letišť a obecně všech společností operujících v interiérech či na místech, kde mají motorová vozidla vstup zakázaný apod. Jde tedy o pragmatický dopravní prostředek – který však nepostrádá emoce – a v mnohém nabízí využití nad rámec konkurenčních zařízení pro osobní mobilitu. Toho bylo docíleno díky komplexnímu přístupu k řešenému produktu. V této kapitole budou představeny tvarové a kompoziční atributy, které k dosaženému výsledku přispěly.

4.1 Kompoziční a ideové řešení

Aby skútr splňoval vytyčené cíle, bylo při řešení tvarového a kompozičního pojetí potřeba myslet na řadu věcí. Ty, které byly brány v úvahu ještě před počátkem navrhování jsou podrobněji popsány v úvodu předchozí kapitoly a promítly se do designérského řešení variantních návrhů. Finální řešení skútru vychází z varianty 3, která má již jasně vyřešené základní technické a ergonomické parametry. V konečném řešení dospěla tato varianta korekcí především po tvarové stránce – v detailech i jako celek.

4.1

4.1.1 Environmentální prvky designu

Pro úspěch produktu je důležité, aby design na první pohled odrážel jeho samotnou podstatu a dával tak jasný signál potenciálnímu uživateli. Ten by se dal typizovat jako persona s ohleduplným přístupem k městu jako prostoru pro život, která aktivně vyhledává nové trendy v životním stylu související s tímto prostředím.



Obr. 41 Perspektivní pohled na skútr v pojízdné fázi (pohledy zepředu a zezadu)

Aby navrhované vozidlo odráželo svůj vztah k životnímu prostředí, bylo třeba přihlížet k trendům v designu současného světa elektromobility a inspirovat se při tvorbě samotnou přírodou. Za zásadní výrazový prostředek tvarosloví skútru proto byly zvoleny plynulé křivky. Organické tvarování karoserie je nenásilné, uklidňující a podtrhuje ekologický charakter vozidla. Absence jakýchkoli agresivních detailů tento dojem ještě umocňuje. Tvarové řešení postrádá dynamické prvky, ostré linie a celkově se snaží potlačit vizuální znaky typické pro vozidla se spalovacími motory. Ty jsou naopak nahrazeny znaky typickými pro vozidla s alternativním pohonem (např. typické přední světlo či disky kol) a budou podrobněji rozepsány v kapitole 4.2 Tvarové řešení v detailu

4.1.2 Systém skládání jako integrální část designu

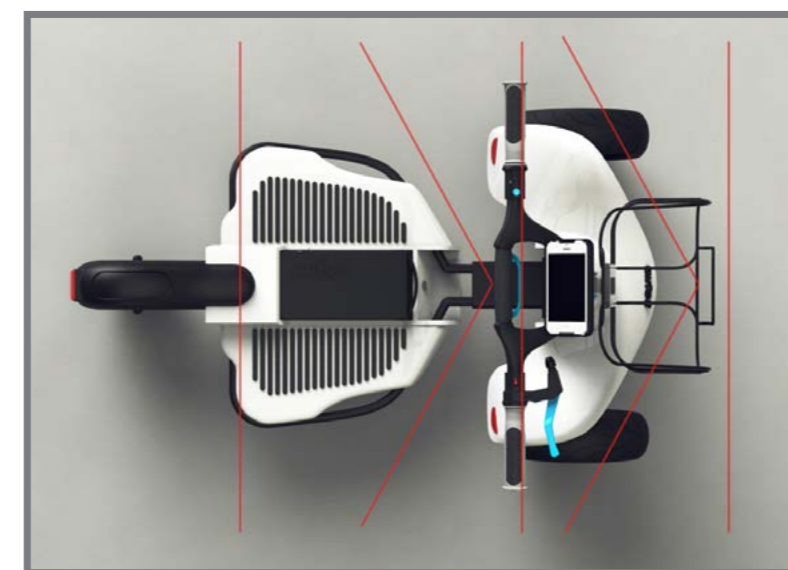
Kromě ekologických kvalit bylo zapotřebí vizuálně zdůraznit unikátní flexibilitu a praktickou povahu skútru. Zcela zásadní bylo dobře vyřešit systém skládání. Z tvarového a kompozičního hlediska šlo o to, aby skládání jako zásadní idea a charakteristický rys vozidla bylo stejně samozřejmě začleněno i do jeho tvaru a nepůsobilo pouze jako dodatečná funkce nad rámec řešeného designu. Jako nosná myšlenka bylo zvoleno řešení maximální kompatibility přední (řídící) části skútru a spodní (podstavné) části. Tyto dva zásadní hmotové celky, které v pojízdném stavu plní každý svou specifickou funkci, se při skládání spojí do tvaru, který funguje jako jediný celek.



Obr. 42 Tvarové řešení složeného skútru (celkový pohled a detail)

Skútr tak ve složeném tvaru působí naprosto samozřejmě a kompaktně. Toho je dosaženo promyšleným tvarováním navrženým tak, aby jednotlivé díly do sebe zapadaly jako skládačka. Prostřední panel podstavné části, obsahující baterii, tak přesně zasedá do tubusu řízené části a zadní kolo kryté blatníkem je zároveň s tím uloženo do přední, ohnuté vidlice. Výsledný tvar složeného skútru je čistý, ucelený a po vizuální stránce nezbuzuje sebemenší rozpaky.

4.1.3 Kompoziční řešení - pohled shora



Obr. 43 Kompoziční řešení – pohled shora

Na obrázku 43 je znázorněno kompoziční řešení vozidla při pohledu z ptačí perspektivy. Díky svému charakteru a unikátnímu systému skládání je celková hmota skútru v pojízdné fázi poměrně členitá. Aby bylo dosaženo celkové harmonie mezi jednotlivými částmi, bylo nutné zavedení určitého řádu. Červené čáry naznačují vztah mezi jednotlivými prvky v promyšlené kompozici: můžeme tak sledovat rovné a diagonální linie, které se střídají v pravidelném rytmu a navzájem se pocitově vyvažují. Skútr díky tomu nepůsobí staticky a zároveň si zachovává elegantní, klidný vzhled, který podtrhuje jeho ekologické hodnoty. Podobný rytmus můžeme vidět i v barevném řešení jednotlivých částí vozidla.

4.1.4 Kompoziční řešení - čelní pohled



Obr. 44 Kompoziční řešení – pohled zezadu a zepředu

Jak je vidět na grafickém rozvrhu na obr. 44, rozložení hmoty skútru nebylo ponecháno náhodě ani v čelním pohledu. Červené linie na obrázku naznačují základní trojúhelníkovou kompozici, která je nejširší u země a umocňuje tak pocit stability a jistoty daný podvozkem umístěným na třech kolech.

4.1.5 Kompoziční řešení - boční pohled

Kompoziční řešení v bočním pohledu skútru se odvíjí rovněž od filosofie celého návrhu. Promítneme-li ho opět graficky do bokorysu pomocí červených čar, vidíme, že jde o jednoduchý vztah dvou linií, které jasně vyplývají z funkce jednotlivých částí skútru.



Obr. 45 Kompoziční řešení – pohled z boku

Vodorovná linie tvoří osu podvozku a umožňuje uživateli pohodlně stát za jízdy na skútru. Diagonální linie tvoří osu řízení, která se mění v závislosti na nastavení (více v kapitole 5.2.1 Ergonomie ve vztahu k člověku). Tvarové řešení jednotlivých částí karoserie se v bokoryse odvíjí od principu skládání tak, aby do sebe díly přesně zapadaly. Přesto však v rozloženém, pojízdném stavu nepůsobí prvoplánově a tvoří zajímavou, nezaměnitelnou siluetu.

4.2 Tvarové řešení v detailu

4.2

4.2.1 Krytování přední nápravy

4.2.1



Obr. 46 Krytování přední nápravy

Krytování přední nápravy je dominantní vizuální prvek v designu celého skútru. Byla zvolena celistvá organicky tvarovaná kapotáž, která svým výrazem připomíná mořského rejnoka. Mechanické součásti nápravy jsou z čelního pohledu zakrytovány do té míry, aby bylo stále umožněno natáčení kol v zatáčkách. Uprostřed je hmota dělená elegantní obloukovou linií, která mění konvexní plochu čelní masky na konkávní. Nad linií můžeme v detailu vidět logo produktu, spodní část je pak pro lepší odolnost kryta černým, plastovým nárazníkem. Z druhé strany je pak náprava ponechána odkrytá zcela. Výjimkou jsou blatníky, které plynule vycházejí z tvaru karoserie.

4.2.2 Řídítka



Obr. 47 Detail řidítek

Řídítka skútru jsou svým netypickým tvarovým řešením vizuálním prvkem, který bezesporu poutá pozornost. Jejich design vychází z funkce. Charakteristické prohnutí je dáno důmyslným systémem skládání, kdy do řidítek ve složeném stavu přesně zapadá blatník zadního kola. Prohnutí řidítek směrem dozadu k jezdcovi je dáno posunem osy řidítek do osy, kolem které se celá vidlice otáčí a propojení řidítek pak tvoří madlo, za které lze táhnout složený skútr. Řídítka jsou rovněž, v rámci celkového tvarového pojetí, řešena organicky. Z přední části plynule vychází vertikálně tvarovaný světlomet, jehož obrysová linie tvoří svítivou plochu a detail typický pro vozidla na elektrický pohon. Z vnitřní strany řidítek se nachází konstrukce s držákem na chytrý telefon a zapalování. Jednotlivé ovládací prvky na řidítkách jsou blíže popsány v kapitole 5.2.4 Ovladače a sdělovače.

4.2.3 Uložení zadního kola a baterie

Zadní kolo, které je menší než kola přední, je uloženo v samonosné konstrukci zadního blatníku. Ten kopíruje oblé tvary kola a u svého zakončení nese zadní, signalizační světlo. Blatník je upevněn do zadní části platformy ke stání. Tento stand je ve své prostřední části dutý a obsahuje kapsu, ve které je umístěna vyjímatelná baterie, barevně odlišená od karoserie skútru. Na levé straně baterie můžeme vidět zdířku pro nabíjení, které může probíhat jak v otevřeném tak složeném stavu vozidla. Baterii lze odemknout, vyjmout a dobít odděleně od skútru z běžné domácí sítě (viz kapitola 5.2.3 Dobíjení a manipulace s baterií).



Obr. 48 Uložení zadního kola a baterie

4.2.4 Platforma ke stání

Absence sedánku redukuje hmotnost skútru, umožňuje vozidlo snadno složit do podoby vozíku a poskytuje uživateli aktivnější pocit z jízdy. Aby se člověk cítil pohodlně při jízdě ve stoje, je zapotřebí dostatečně velké a bytelné platformy ke stání. Stand je dimenzovaný tak, aby na něm pohodlně stál i uživatel s abnormálně velkou nohou a tvarovaný pozvolnými křivkami v duchu celkového designu skútru. Svým tvarem připomíná křídla mořské olihně, podle které dostalo vozidlo svůj název. Na povrchu platformy je pogumování, které zamezuje sklouznutí jezdce. Po stranách jsou odlehčené trubkové úchyty připevněné k panelu uprostřed standu, které zpevňují konstrukci a mohou sloužit pro snadnější manipulaci se skútreem např. při nakládání do auta.



Obr. 49 Platforma ke stání

4.2.4

4.2.5 Úložný prostor

Úložný prostor, umístěný do prostoru mezi předními koly, je důležitá součást návrhu, která umožňuje široké praktické využití skútru. Na tubusu přední karoserie, krytjícím řídicí vidlici, je umístěný rail, na který lze za tímto účelem nasunout libovolnou konstrukci – od vizuálně odlehčené drátové konstrukce pro běžné použití, až po speciální kontejnery pro donáškové společnosti, rozvoz jídla, úklidové služby v halách apod. Na rail lze umístit na specifických konstrukcích i různé předměty, např. hasící přístroj pro skútry první pomoci (viz obr. 76). Skútr lze používat bez úložného prostoru, anebo si vybrat z široké nabídky barevných variací úložných konstrukcí a přizpůsobit tak vozidlo svému osobnímu vkusu.



Obr. 50 Variabilní využití úložného prostoru

5 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

5

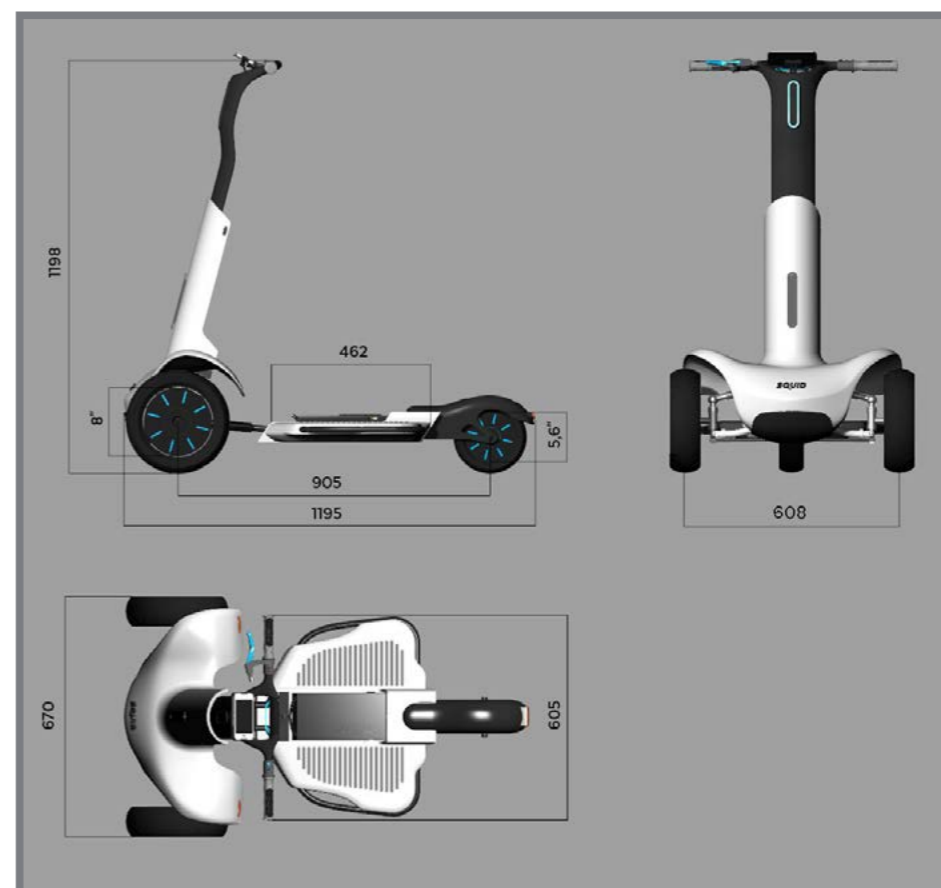
5.1 Konstrukčně-technologické řešení

5.1

Tato diplomová práce, zabývající se designem elektrického skútru, je především koncepční návrh a vize pro vozidlo ideálně uzpůsobené do městského prostředí. Produkt nemá ambice dostat se v dohledné době do výroby; jde spíše o úvodní námět a ideu, která může motivovat přemýšlet o problematice městské mobility z různých úhlů. Přesto však bylo k návrhu přistupováno zodpovědně i z hlediska konstrukčně-technologického a navržené vozidlo splňuje základní parametry provozuschopnosti. Ty nejdůležitější, tedy konstrukce a pohonná soustava, jsou podrobněji popsány v následující kapitole.

5.1.1 Základní geometrie vozidla

5.1.1

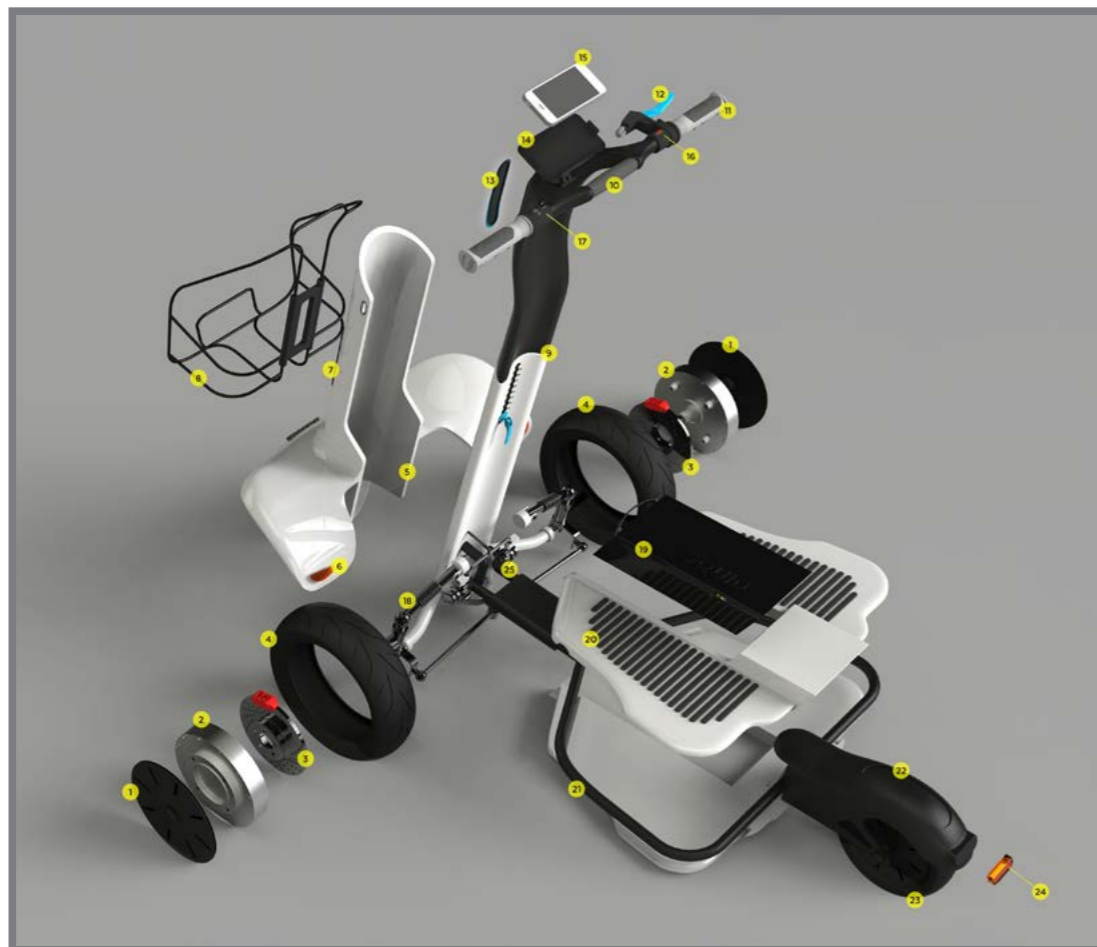


Obr. 51 Základní rozměry skútru v mm

Základní rozměry skútru jsou velmi kompaktní i v pojízdné fázi. Vozidlo má na délku 119,5 cm, přičemž platforma ke stání z toho tvoří, pro jezdce pohodlných, 46,2 cm. Výška vozidla, necelých 120 cm, se nepatrně mění v závislosti na úhlu řídicí vidlice. Šířka vozidla je 67 cm, což umožňuje snadný pohyb v exteriéru i v interiérech budov. Krátký rozvor kol 90,5 cm a řízená přední kola o rozchodu 608 mm zajišťují snadnou ovladatelnost, stabilitu do zatáček a bezprostřední reakce skútru na dopravní situaci. Velikost předních kol, nesoucích elektromotory, je 8 palců a zadní kolo, zvedané při

skládání skútru, má v průměru 5,6 palců. Podrobnější informace o rozměrech vozidla ve vztahu k člověku a prostředí jsou obsahem následující kapitoly 5.2 Ergonomické řešení.

5.1.2 Umístění jednotlivých komponentů ve vozidle



Obr. 52 Umístění komponentů ve vozidle

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Disky kol | 14 Stojan na telefon |
| 2 Hub motory | 15 Chytrý telefon |
| 3 Kotoučové brzdy | 16 Přepínání jízdních módů |
| 4 Pneumatiky | 17 Světla a klakson |
| 5 Šasi | 18 Přední náprava |
| 6 Reflexní odrazky | 19 Baterie |
| 7 Rail | 20 Platforma ke stání s pogumováním |
| 8 Úložný prostor | 21 Úchyty |
| 9 Nastavitelná řídicí vidlice | 22 Zadní blatník |
| 10 Madlo | 23 Zadní kolo |
| 11 Plynová rukojeť | 24 Zadní světlomet |
| 12 Ruční brzda | 25 Mechanismus skládání |
| 13 Přední světlomet | |

5.1.3 Pohonná soustava

Aby se snížila hmotnost vozidla a zjednodušila jeho konstrukce, byla zvolena koncepce motoru s pevným převodem. Při návrhu pohonu proto není třeba brát ohled na hmotnost a velikost převodové soustavy.

Typ elektromotoru

Jako ideální typ elektromotoru s pevným převodem pro navržené vozidlo byl shledán motor v náboji kola, konkrétně bezkartáčový BLDC hub motor s magnetickým buzením. Tyto elektromotory jsou nejběžněji používaným typem motoru u lehkých elektrických skútrů, elektrických kol, skútrů pro handicapované apod. Výhoda takového pohonu je zejména ve zjednodušení technologie vozidla, jeho odlehčení a uvolnění místa pro ostatní komponenty. Hub motory nevyžadují žádné vnější ozubení, hnací hřídele ani diferenciál, jsou jednoduché na údržbu a umožňují implementaci technologie pro rekuperaci energie během brzdění.

Umístění elektromotoru

Podvozek ležící na třech kolech, společně se systémem skládání, vedl k úvaze využít hned dva malé 250W hub motory umístěné v nábojích předních kol (díl 2, obr. 52). Alternativní umístění jednoho výkonnějšího a těžšího 500W hub motoru do zadního kola bylo zavrženo. Při procesu skládání totiž uživatel zadní kolo zvedá a ve složeném stavu, kdy skútr tahá za sebou, víceméně i nosí. Konstrukce vozidla se dvěma elektromotory v předních kolech s sebou nese výhody a nevýhody. Díky dvěma hnaným kolům funguje lepší přenos výkonu motorů na vozovku, skútr je celkově stabilnější a to zejména při jízdě do zatáček, dochází k větší rekuperaci energie a nad to uživatel ve složeném stavu nezvedá žádné velké břemeno. Kromě toho hub motory při tahání skútru za sebou zůstávají zapnuté a výrazně tak ulehčují uživateli práci. Skútr tak ve složeném stavu utáhne bez problému i fyzicky slabší jedinec a to i na delší vzdálenosti nebo do kopce. Spotřeba energie je v takovém případě minimální a odpadá problém s odporem permanentních magnetů, které znesnadňují otáčení kola s vypnutými motory. Nevýhodou řešení je pak zvýšená hmotnost vozidla přibližně o dva kilogramy a také mírně zvýšená spotřeba energie a pořizovací náklady skútru.

Parametry elektromotoru a jízdní módy

Výkon a maximální rychlost vozidla, tedy parametry ovlivňující konkrétní výběr hub motorů, jsou u lehkých elektrických skútrů často omezeny tak, aby jezdec nemusel být nutně vlastníkem řídičského oprávnění, státní poznávací značky a nemusel s vozidlem absolvovat pravidelné technické prohlídky. Legislativa týkající se této problematiky se liší zemi od země, na tuzemském trhu můžeme nejčastěji nalézt elektroskútry s výkonem omezeným na 500W a maximální rychlostí 25 km/h [39].

Co se legislativy týče, obecně jde u řešeného typu dopravních prostředků o velmi složitou otázku. Příkladem může být podobné vozítko Segway, které je podle zákonů České republiky bráno v režimu chůze jako chodec a smí se pohybovat po chodnících. V protikladu s naší benevolentní legislativou lze uvést Velkou Británii, kde je Segway zakázaný na veškerých veřejných komunikacích [40]. Ačkoli lze očekávat v budoucnu další zásahy do zákonů upravujících provoz těchto vozidel, přepínání navrženého skútru do režimu chůze bylo shledáno pro tento typ dopravního prostředku jako velmi vhodné. V některých zemích, včetně České republiky, by tento režim s omezenou

rychlostí na 6 km/h umožnil jeho provoz také na chodnících a v místech, kam vozidla určená na vozovku nemohou, např. v interiérech.

Návrh konkrétního elektromotoru

Jako ideální řešení pohonné jednotky byly zvoleny dva hub motory pro osmipalcová kola, s přímým převodem, hallovými senzory, příkonem 250W a napětím 48V. Hmotnost obou motorů za použití lehkých, kompozitních materiálů by neměla překročit 4 kg. Maximální rychlost skútru je omezena na 25 km/h, souhrnný výkon 500W by měl zajistit – tak jako u stejně výkonných elektroskútrů o podobné hmotnosti [41] – bezproblémovou jízdu po rovině i do mírného kopce i pro 110 kg těžkého jezdce. Takový typ elektromotoru, který by mohl být upraven speciálně pro účely navrženého skútru, je např. hub motor HL8SW [42].

5.1.4 Brzdná soustava

Volba BLDC hub motorů má kromě jiného tu výhodu, že umožňuje využití technologie regenerativního brzdění. Jde o proces přívodu energie z elektromotoru zpět do baterie během brzdění, kdy setrvačnost vozidla umožňuje přejít motoru do režimu generátoru. Tento systém rekuperace tedy umožňuje mírné zvýšení kapacity akumulátoru a tím i dojezdové vzdálenosti skútru. Regenerativní brzdění motoru je však nutné doplnit o klasickou mechanickou brzdu. V momentě, kdy je baterie zcela nabitá totiž rekuperace nefunguje. Koordinace mechanického a rekuperačního brzdění je pak zpravidla prováděna pomocí jednoho ovladače tak, že první část brzdění je rekuperační a ta plynule přechází do druhé části, mechanického brzdění. [17]

Mechanické brzdění je v navrženém skútru zajištěno kotoučovými brzdami v každém z předních kol (díl 3, obr. 52). Kotoučové brzdy ve vozidle jsou hydraulické. Jde o soustavu dvou pístů spojených tlakovou hadicí s brzdovou kapalinou. Jeden pístek uživatel ovládá ruční brzdou na pravé rukojeti, druhý píst, neboli brzdový třmen, tlačí na brzdové destičky a ty pak na ocelový kotouč. [44]

5.1.5 Baterie a nabíjení

V současné době jsou nejběžnějším typem baterií, používaných u elektrických skútrů, akumulátory využívající chemických reakcí Lithia. Tyto baterie jsou oproti ostatním typům, které se u elektrických vozidel využívaly dříve, lehčí, menší a přitom disponující násobně vyšší energetickou kapacitou (viz obr. 18).

Pro řešení návrh, vzhledem k rozhodnutí využívat pouze dostupné technologie, padla volba na konkrétní typ Lithium-železo-fosfátových baterií (LiFePO_4), které oproti ostatním typům běžně dostupných Lithiových baterií, nabízí nejlepší kombinaci bezpečnosti, životnosti, výkonnosti a ceny [42]. Díky zvýšené poptávce po těchto akumulátorech v posledních letech roste jejich nabídka, čímž zároveň klesá jejich pořizovací cena, rozměry i hmotnost. Oproti tomu můžeme sledovat růst kapacity LiFePO_4 baterií a lze předpokládat, že tento trend potrvá i nadále.

Aby mohla být zvolena konkrétní Lithium-fosfátová baterie o dostatečné kapacitě pro navržený skútr, bylo třeba určit přibližný dojezd vozidla na jedno nabití. S ohledem na současnou konkurenci stejné váhové kategorie a výkonu elektromotorů, byl zvolen maximální dojezd skútru na 40 km. Na základě orientačního výpočtu pak byla

stanovena doporučená kapacita baterie na 12 Ah, což by v praxi znamenalo buď sérii čtyř 12Ah buňek s napětím 12V na každé anebo jednu 48V baterii. Kvalitní LiFePO_4 baterie s těmito parametry se na trhu v roce 2015 dají sehnat již velice levně. Hmotnost takových baterií se pohybuje v rozmezí od 3,5 kg – 5 kg v závislosti na výrobci a rozměrově se vlezou do ochranného boxu uprostřed panelu platformy ke stání (viz obr. 53).



Obr. 53 Rozměry úložného boxu baterie

Nabíjení baterie lze provádět přes speciální adaptér z běžné elektrické sítě. Nevýhodou Lithiových baterií je fakt, že opakovaným nabíjením klesá jejich kapacita, čímž je jejich životnost omezená na určitý počet nabíjecích cyklů. Současné Lithium-fosfátové baterie se stanovenými parametry jsou schopny vydržet až 2000 takových cyklů, než jejich kapacita klesne na 80%. Jejich životnost se tak pohybuje mezi 8-10 lety. Samovolné vybíjení baterie probíhá v rozmezí od 1-3% měsíčně a jsou schopné operovat v teplotách od -30°C do 60°C . Kromě toho LiFePO_4 neobsahují těžké kovy a ve srovnání se svými předchůdci jsou šetrné k životnímu prostředí. [43]

5.1.6 Konstrukce a materiály

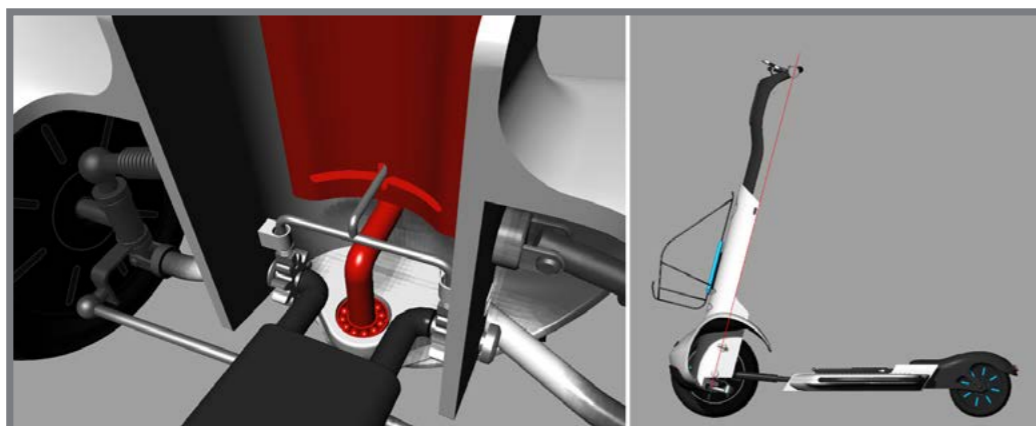
Volba konstrukčních materiálů musí zaručit dvě klíčové vlastnosti skútru: nízkou hmotnost a dostatečnou tuhost podvozku. Vzhledem k tomu, že oproti konkurenčním lehkým, skládacím skútrům bylo použito rozsáhlejší krytování, aby vozidlo působilo stabilním a důstojným dojmem, je třeba volit takové materiály, které tento handicap zmírní. Protože karoserie navrženého skútru je samonosná – nepočítáme-li vyztužení platformy ke stání trubkovým profilem z uhlíkových vláken (díl 21, obr. 52) – je nutné myslet nejenom na nízkou hustotu materiálu, ale také na dostatečnou tuhost. Zadní, vakuově lisovaný, blatník (díl 22, obr. 52) je vyroben rovněž z uhlíkových vláken vyztužených pryskyřicí a pokrytý tenkým nylonovým filmem. [45] Z uhlíkových vláken jsou rovněž vyrobeny trubkové profily přední nápravy a součástky mechanismu skládání (díly 18 a 25, obr. 52).

Vzhledem k finanční nákladnosti moderních kompozitních materiálů bylo pro největší díly karoserie zvoleno alternativní řešení. Pro přední šasi a platformu ke stání padla volba materiálů na hi-tech plastové materiály Ultramid® (PA) od německé společnosti BASF, které jsou známé pro svoji mechanickou sílu, tuhost, tepelnou stabilitu a nízkou hmotnost. [46] Tyto materiály se běžně užívají v automobilovém průmyslu a jejich využití je ve velké míře plánováno i pro lehké elektrické skútry. Například skútr E-floater bude z materiálů Ultramid® vyroben až z 80%. [47]

Přední díl karoserie (díl 5, obr. 52) bude vyroben z houževnatého Ultramid® B3ZG8, vyztuženého skleněnými vlákny, který ideálně kombinuje tvrdost a tuhost pro ty díly karoserie, které mohou odolávat zatížení nárazem. [48] Z tohoto materiálu bude rovněž vyroben přední nárazník, box na baterii (díl 19, obr. 52) anebo disky kol (díl 1, obr. 52). Platforma ke stání (díl 20, obr. 52) bude odlita z minerály plněného Ultramid® B3M6, který je vhodný pro ty díly karoserie, u kterých je rozhodujícím parametrem nízká deformace. [49] Ze stejného materiálu budou i nastavitelná řídítka (díl 9, obr. 52).

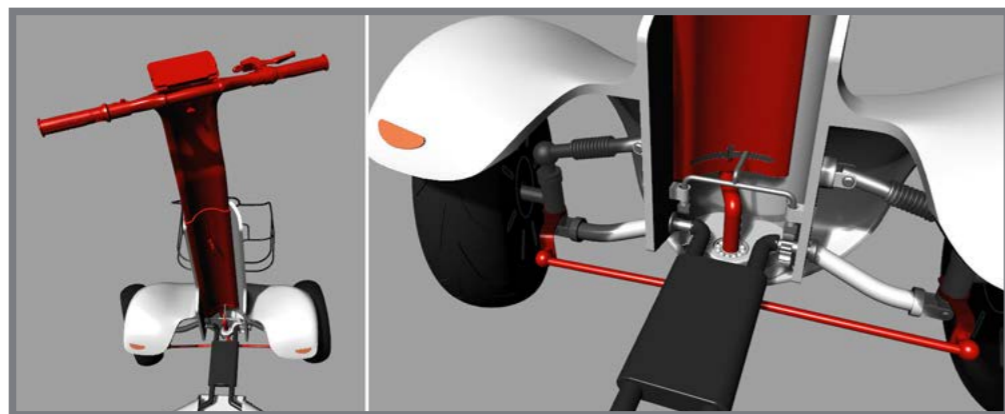
5.1.7 Řízení a zavěšení kol

Řízení skútru bylo navrženo tak, aby umožňovalo jezdcovi co největší pohyblivost a manévrovatelnost vozidla. V nízkých rychlostech a při vytáčení skútru ze stabilní pozice může uživatel využít natáčení řídítek jako u jízdního kola. Řídící vidlice se v tomto případě otáčí v čepu umístěném v kuličkovém ložisku v nejspodnější části řídící vidlice, který je ve stejné ose s osou řídítek. (viz obr. 55)



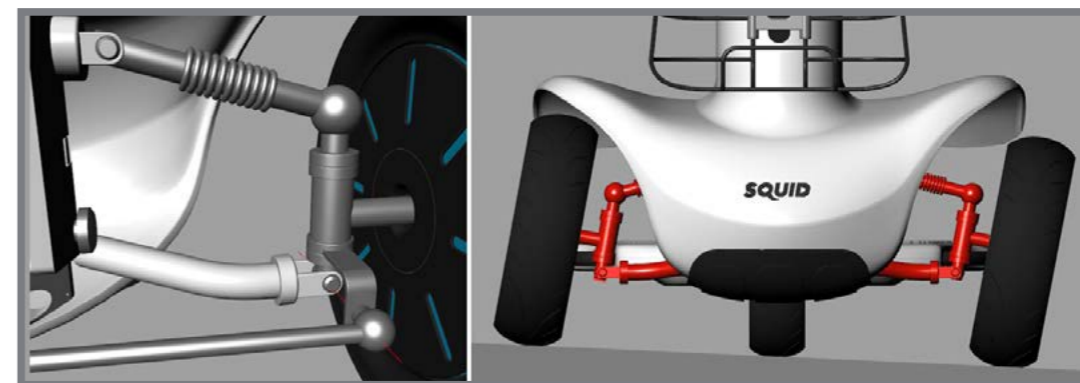
Obr. 54 Uložení řídící vidlice

Kruhový tvar řídící vidlice a předního dílu karoserie má tak význam nejen estetický ale také funkční. Řídící vidlice totiž díky tomu při zatáčení řídítka plynule klouže v krytování. Plynulost tohoto pohybu umožňuje uložení řídící vidlice pomocí jehličkových ložisek, což rovněž zajišťuje, že axiální síly nepůsobí pouze v jednom místě, ve spodním uložení vidlice. Pohyb řídítek v předním krytu je ukázán na následujícím obrázku.



Obr. 55 Řízení vytáčením řídící vidlice

Při vyšších rychlostech už jezdec nezatačí pomocí vytáčení řídítek, ale přenášením hmotnosti a nakláněním vozidla do stran – rovněž jako ve vyšších rychlostech u jízdního kola či motocyklu. Ovládání vozidla tímto způsobem zajišťuje zavěšení předních kol, které umožňuje jejich naklápění do stran. Aby nedošlo ke kolizi obou typů řízení, je čep natáčení kol ve stejné ose jako kloub řízení (viz obr. 56)



Obr. 56 Řízení pomocí naklápění kol

Přední náprava je odpružená pomocí velkých, podhuštěných pneumatik podobně jako je tomu u vozítka Segway. Pro provoz na městských komunikacích je tento způsob tlumení nárazů dostačující. Zadní kolo je pak uloženo v zadním blatníku a odpružené rovněž pomocí podhuštěných pneumatik.

5.1.8 Mechanismus skládání

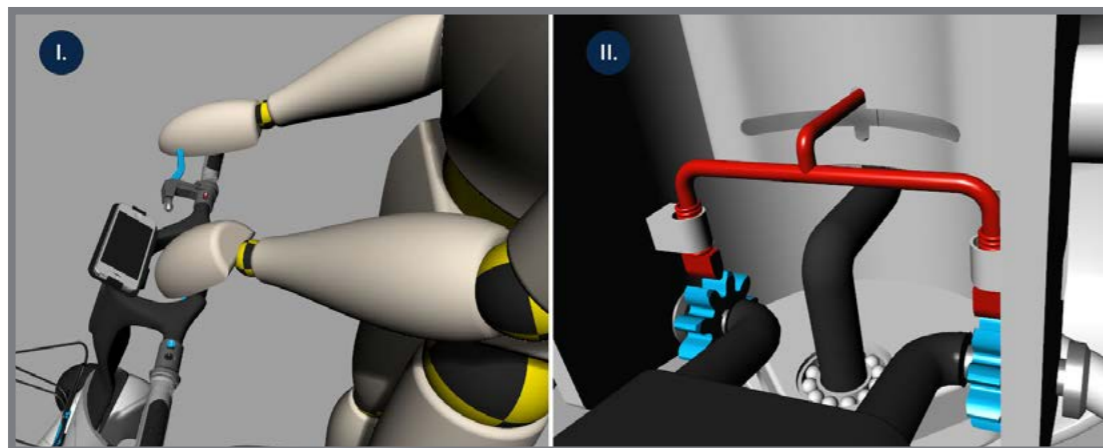
Systém skládání je integrální a zásadní součástí designu navrženého skútru. Při řešení samotného mechanismu skládání byl kladen důraz zejména na praktičnost a intuitivní ovládání. Mechanismus funguje podobně jako popruh s ráčnou na obrázku 57.

5.1.8



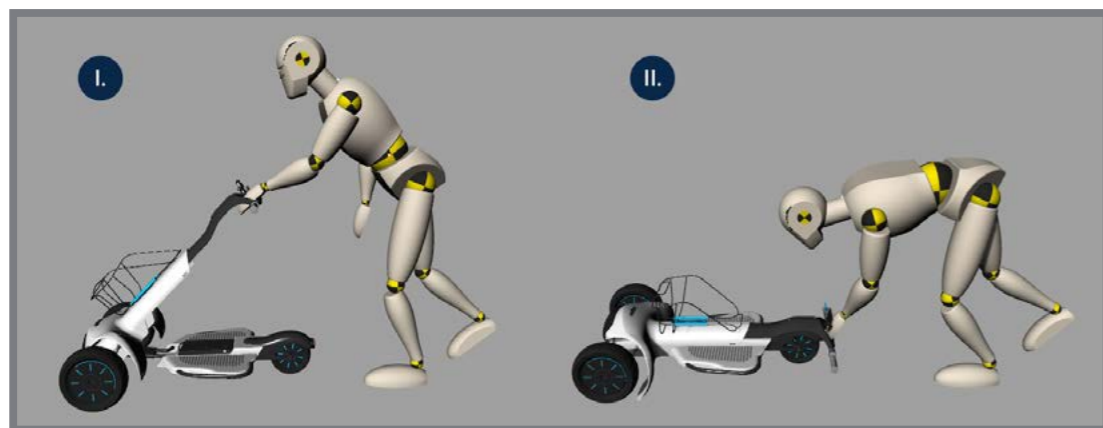
Obr. 57 Popruh s ráčnou [53]

Skládání vozidla z pojízdné fáze do kompaktního tvaru tak probíhá v několika jednoduchých krocích. Nejprve uživatel uchytí madlo uprostřed řídicích páček a zmáčkne prsty modrou páčku (obr. 57 - I.). Páčka je napojena na lanko vedené řídicí vidlicí až k otvoru na její spodní části. Lanko se tímto povytáhne nahoru a s tím i dva klínky (na obr. 57 - II. v červené barvě), které tak uvolní ozubená kolečka (na obr. 57 - II. v modré barvě) a tím celý mechanismus skládání.



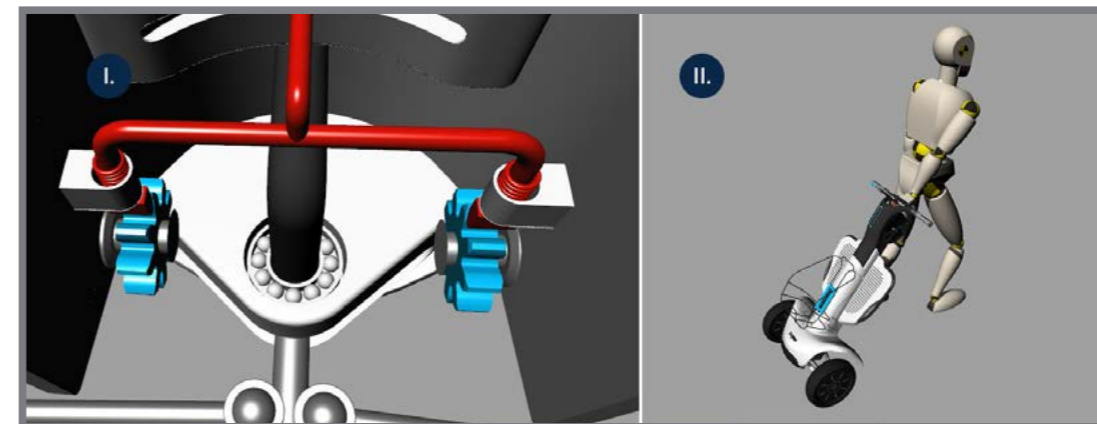
Obr. 58 Mechanismus skládání – krok 1

Uživatel pak za stálého tisknutí modré páky na madle uprostřed řídicích páček plynule pokládá přední část skútru dolů (obr. 59 - I.). Stisknutá páka nadále drží červené klínky mechanismu mimo modrá ozubená kola a uživatel tak může přední část snadno položit do vodorovné polohy, kde přesně zapadne do spodní, podvozkové části vozidla (obr. 59 - II.).



Obr. 59 Mechanismus skládání – krok 2

V momentě, kdy uživatel složí skútr do kompaktního tvaru, pustí modrou páku na madle, čímž umožní červeně značeným klínům opět zapadnout do ozubených kol a zamknout tak skútr ve složené pozici (obr. 60 - I.). V tu chvíli může uživatel vozidlo opět zvednout a pomocí madla táhnout za sebou podobně jako kufr na kolečkách (obr. 60 - II.). Rozkládání skútru do pojízdné fáze pak probíhá na stejném principu, akorát v opačném pořadí.



Obr. 60 Mechanismus skládání – krok 3

5.1.9 Osvětlení

Osvětlení skútru je provedené pomocí technologie LED, která v posledních letech zažívá nebývalý vývoj. Životnost i svítivost LED diod se rok od roku zvyšuje, zatímco jejich pořizovací náklady klesají. [48] Přední světlomet je po obvodu vybaven sérií bílých LED diod, které zajišťují dostatečnou svítivost i při zhoršené viditelnosti. Zadní světlomet je vybaven červenými diodami, které vyzařují souvislé, signální světlo, kterým komunikuje s dopravními prostředky za sebou. Stejnou funkci mají také reflexní odrazky na předních blatnicích, které dávají účastníkům provozu na vědomí, že se nejedná o jednostopé vozidlo.

5.1.9

5.1.10 Shrnutí základních technických parametrů vozidla

5.1.10

Elektromotor: 2x BLDC hub motor

Výkon: 500W

Hmotnost: 25 - 30 Kg

Nosnost: min 110 kg

Nabíjení: 6 - 8 hodin

Baterie: LiFePO₄, 48 V/12 Ah (4 x 12V/12 Ah)

Životnost baterie: 3000 nabíjecích cyklů, 8-10 let

Maximální rychlost: 25 km/hod

Maximální dojezd: 40 km

Konstrukční materiály: Uhlíková vlákna, Ultramid® B3ZG8, Ultramid® B3M6

Šířka × výška × délka: 67 cm × 120 cm × 119,5 cm

Brzdná soustava: Rekuperační brzdění + kotoučové brzdy

5.2 Ergonomické řešení

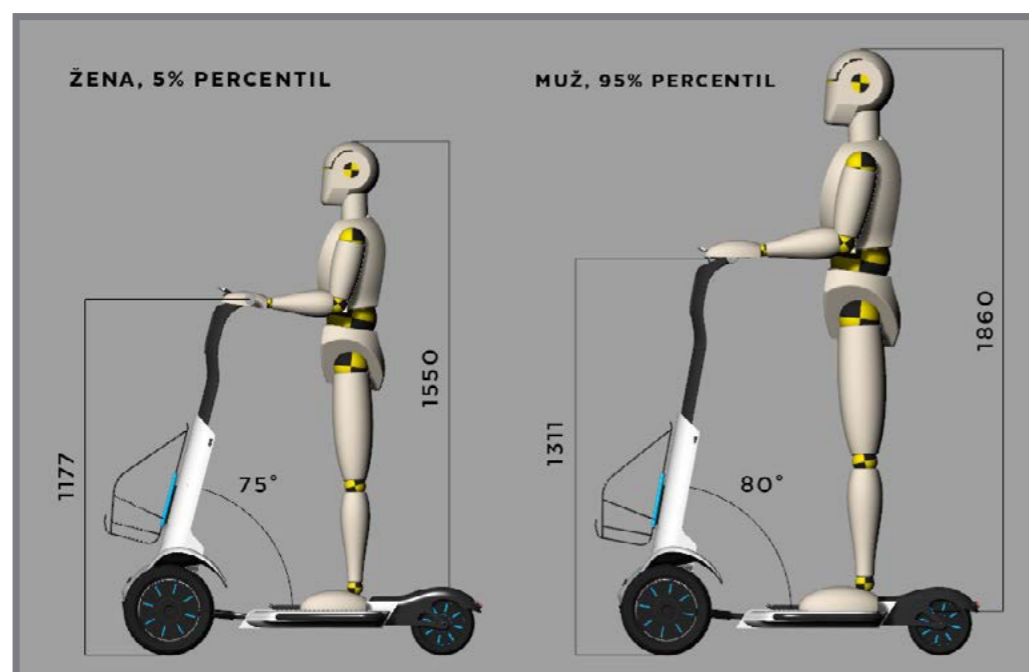
Ergonomie řeší postavení člověka ve vztahu k přístroji. V případě elektrického skútru je správné řešení ergonomie vozidla klíčové pro jeho možné budoucí využití. Antropocentrický přístup k designu je pro vozidlo, které má usnadnit pohyb člověka v městském prostředí, naprosto nezbytný. Skútr musí vyhovovat 95% percentilu populace, musí být lehce přístupný, pohodlný při užívání v pojízdné i složené fázi, intuitivní, praktický a bezpečný. Ergonomické kvality návrhu budou podrobněji rozepsány v následující kapitole.

5.2.1 Ergonomie ve vztahu k člověku

Rozměrové řešení skútru bylo nutné vyřešit tak, aby vozidlo bylo komfortní a bezpečné pro drtivou většinu populace nezávisle na pohlaví. Co se věkového omezení týče, vozidlo je vhodné pro populaci v aktivním věku. Přestože k provozu skútru není zapotřebí řidičského oprávnění, není vozidlo primárně určeno pro děti pod 15 let. Tím, že základní polohou při jízdě byl zvolen stoj, je vozidlo nevhodné také pro handicapované a seniory – pro tuto skupinu obyvatel však na trhu existují speciální skútry s pohodlným sedadlem, které jsou běžně k dostání. Poloha ve stoje s sebou nese i jisté výhody: možnost střídání poloh, větší dosah končetin, větší bdělost, aktivnější pocit z jízdy, či možnost rychlého úniku. [36]

Nastavitelnost řízení

K tomu, aby byl skútr použitelný pro 5–95% percentil populace, bylo třeba umožnit nastavitelnost výšky a úhlu řídicí vidlice. Následující obrázek ukazuje tuto možnost v závislosti na výšce člověka (údaje platí pro střední Evropu roku 2000 [36]).



Obr. 61 Nastavitelnost řízení v závislosti na výšce uživatele

Nastavení výšky řízení je možné díky jednoduchému mechanismu na vnitřní straně řídicí vidlice. Pro snazší orientaci je adjustace rozčleněna na devět stupňů a probíhá

pomocí aretační páčky, která je vhodná pro pohodlné uchopení při posouvání řídítek ve vertikálním směru (viz obr. 62). Nastavitelnost úhlu řízení je možná díky mechanismu skládání, který je popsán v kapitole 5.1.8.



Obr. 62 Páčka nastavení výšky řídítek

Velikost platformy ke stání

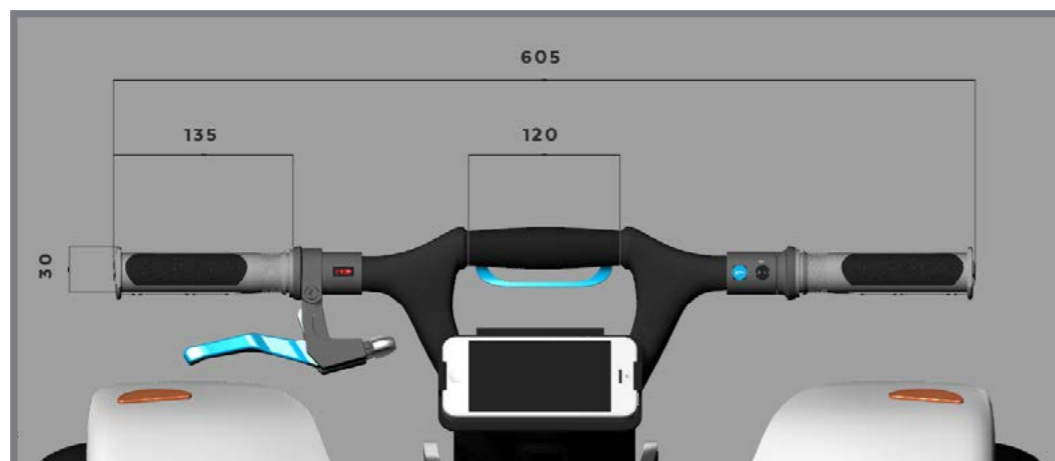
Pohodlnou jízdu pro 95% percentil populace zajišťuje dostatečně velká platforma ke stání. Ta je na povrchu vybavená protiskluzovým pogumováním, aby uživatel při jízdě ze skútru nesklouzl ani při zhoršených klimatických podmínkách. Výška platformy od země činí 15 cm a je tak velmi snadno přístupná. Obrázek 63 ukazuje velikost standu ve vztahu k velikosti nohy 5% percentilu u ženy a 95% percentilu u muže.



Obr. 63 Velikost platformy ve vztahu k velikosti nohy

Rozměry řidítek

Pro dobrou kontrolu a pohodlí při jízdě byl zvolen rozměr řidítek 605 mm, který je pro tuto kategorii skútrů poměrně velkorysý. Řidítka o standardním průměru 30 mm a délce 135 mm jsou potažené gumovými gripy pro lepší úchop. Uprostřed řidítek se nachází madlo o délce 120 mm, které je využíváno při táhnutí skútru ve složené pozici.



Obr. 64 Rozměry řidítek

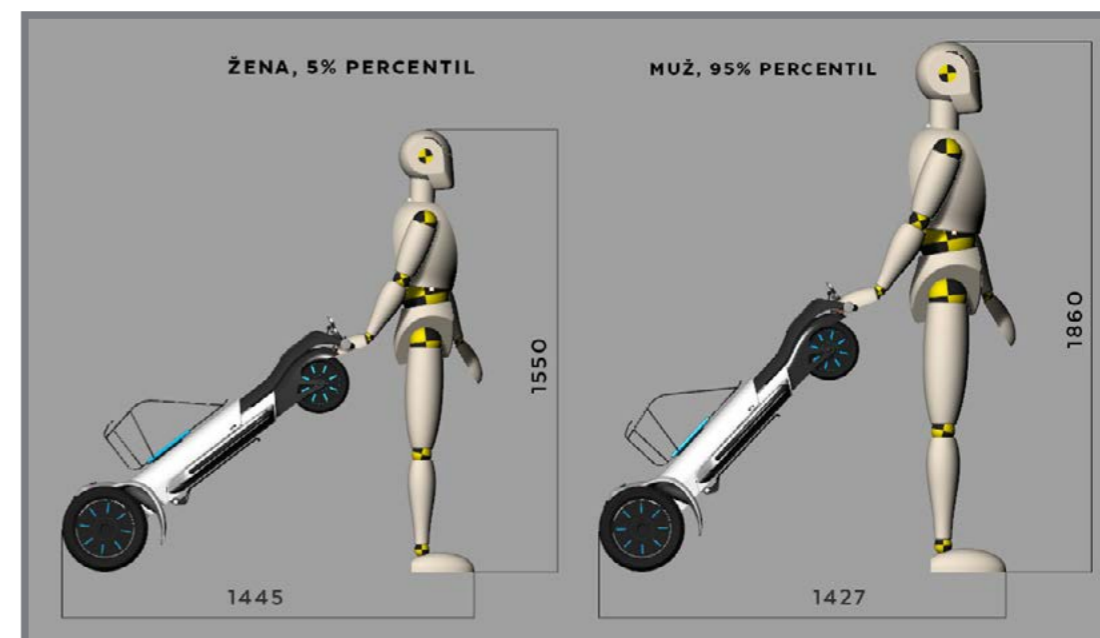
5.2.2 Ergonomie ve vztahu k prostředí

K tomu, aby byl skútr použitelný v městském prostředí, bylo nutné zajistit, aby rozměry skútru umožňovaly průjezd či pohyb i zvláště úzkými prostory. Skútr by se měl bez problému pohybovat ve většině interiérů, měl by se vlézt do dveří, výtahů anebo vozů MHD. V této podkapitole bude rovněž přiblížena ergonomie a rozměry skútru ve složeném stavu.

Možnosti manipulace se skútreem táhnutým za uživatelem

Jak už bylo na mnoha místech textu uvedeno, možnost skládání skútru do kompaktního tvaru je zásadní benefit tohoto návrhu. K tomu, aby šlo opravdu o praktickou konkurenční výhodu, bylo třeba myslet na to, aby se se složeným vozidlem v rámci možností pohodlně manipulovalo. Nejpřirozenější uživatelská poloha po složení se inspirovala kufrem na kolečkách s teleskopickou rukojetí. Vozidlo tedy uživatel táhne za sebou pomocí pevného madla uprostřed řidítek tak, že se valí po velkých předních pneumatikách a v režimu chůze za pomoci aktivních hub motorů, podobně jako u elektrických kotoučů [54]. Toto výrazné usnadnění pohybu s 25 kg vážícím skútreem umožňuje manipulaci se složeným vozidlem i fyzicky slabším jedincům, a to i v náročnějším terénu. Motory jsou zcela vypnuty až při zaparkování vozidla; v opačném případě by elektromotory s permanentními magnety pohyb se složeným skútreem kvůli konstantnímu odporu magnetů znatelně znesnadňovaly. Energetická ztráta při tážení složeného skútru je minimální a pozitivní efekt na práci s vozidlem je – oproti konkurenčním přístrojům – značný.

Na následujícím obrázku jsou ukázané možnosti manipulace se skútreem ve složeném stavu pro 95% percentil u mužů a 5% percentil u žen.



Obr. 65 Rozměry skútru při tážení za uživatelem

Možnosti manipulace se skútreem tlačným před uživatelem

Délka okolo 145 cm by při táhnutí vozidla na ulici neměla být problematická pro uživatele ani jeho okolí. Kromě polohy, ve které je vozidlo taženo za člověkem, lze však se skútreem zacházet i naopak. V případech, kdy je potřeba vozidlo dostat do míst, kde není možné jej táhnout, existuje možnost skútra tlačít před sebou. Tato poloha sice není tak pohodlná, ale umožňuje manipulaci se skútreem ve stísněných prostorech. Je proto důležité, aby rozměry skútru byly dostatečně malé na to, aby se do takových prostor bezpečně vlezl. Ty nejproblematičtější se nachází v interiérech a jde především o dveře a výtahy.

Jednokřídlé dveře se standardně vyrábí ve jmenovitých šířkách 60, 70, 80 nebo 90 cm. V dnešní době se dveře šíře 70 cm používají pro toalety a koupelny, dveře šíře 80 cm pro ostatní místnosti v interiéru. Dveře užší než 70 cm jsou v obytných prostorech naprosto výjimečné. [37] Co se týče šířky dveří osobních výtahů, ta je stanovena dle vyhlášky MMR č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu. Vyhláška mimo jiné stanovuje minimální šířku dveří osobních výtahů na 800 mm a rozměry kabiny výtahu na 1100 x 1400 mm. [38]

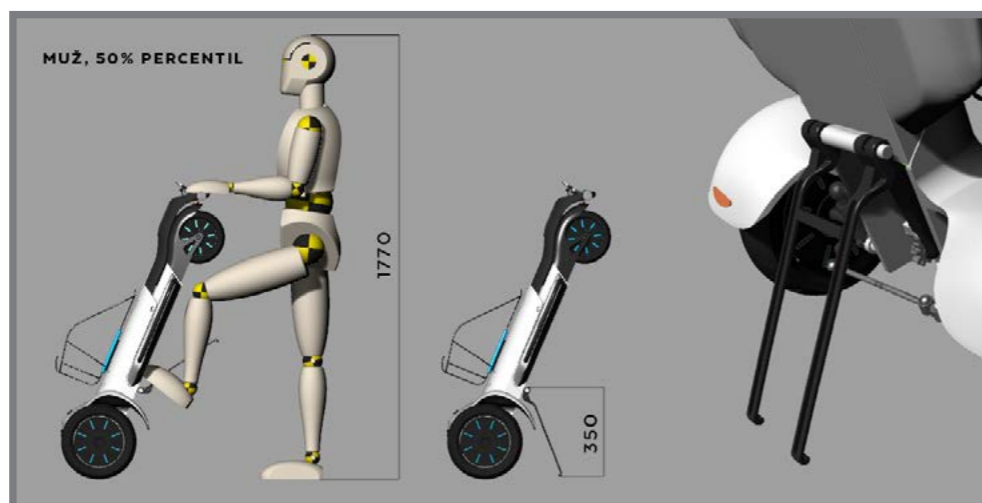
Skútr je navržen tak, aby ve svém nejširším místě (rozvor kol) měl rozměr 670 mm. Tato šířka umožňuje pohyb s vozidlem v drtivé většině interiérů. Skútr se tak ve složené poloze vejde do jakéhokoli osobního výtahu a může projet skrz kterékoli standardní dveře v obytných prostorech. Díky tomu jej můžeme parkovat nejen v garáži či kočárkárně, ale také přímo v bytě anebo kanceláři. Zde lze skútr mj. dobít z běžné sítě a uživatel nemusí řešit problémy s parkováním na přeplněné ulici. Následující obrázek ukazuje prostorové možnosti složeného skútru ve zmíněných situacích.



Obr. 66 Prostorové možnosti skútru v interiéru

Další pomůcky při manipulaci se skútre

K lepší manipulaci v situacích, kdy skútr musíme ve výjimečných situacích přenášet vzduchem, slouží trubkové úchyty po stranách platformy ke stání. Skútr pomocí těchto úchytů můžeme naložit např. do kufru auta. Rozměry skútru jsou natolik kompaktní, že se vejde do úložného prostoru i menších vozů. Další pomůcka, která umožňuje snadnější práci se skútre ve složeném stavu, je klasický dvouramenný stojánek. Ten se nachází na spodní straně platformy ve výšce 350 mm a lze jej odjistit jednoduchým pohybem nohou (viz obr. 57).

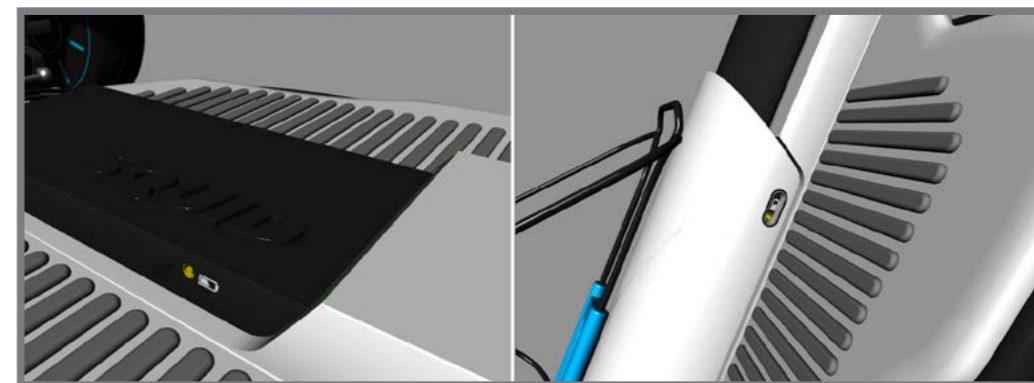


Obr. 67 Práce se stojánkem

5.2.3 Dobíjení a manipulace s baterií

Dobíjení baterie může být prováděno z běžné elektrické sítě. Díky svým praktickým rozměrům tak lze činit přímo v domácnosti, v kanceláři v zaměstnání, případně kde-

koli, kde se nachází zásuvka elektrické sítě. Baterii dobíjíme pomocí adaptéru, který je dodáván ke skútru. Konektor nabíjení se nachází v zadní části baterie, kterou můžeme nabíjet přímo v těle skútru – a to jak v otevřeném stavu, tak díky za tímto účelem navrženému otvoru v karoserii i ve složené fázi (viz obr. 58).



Obr. 68 Konektor nabíjení v otevřeném a zavřeném skútru

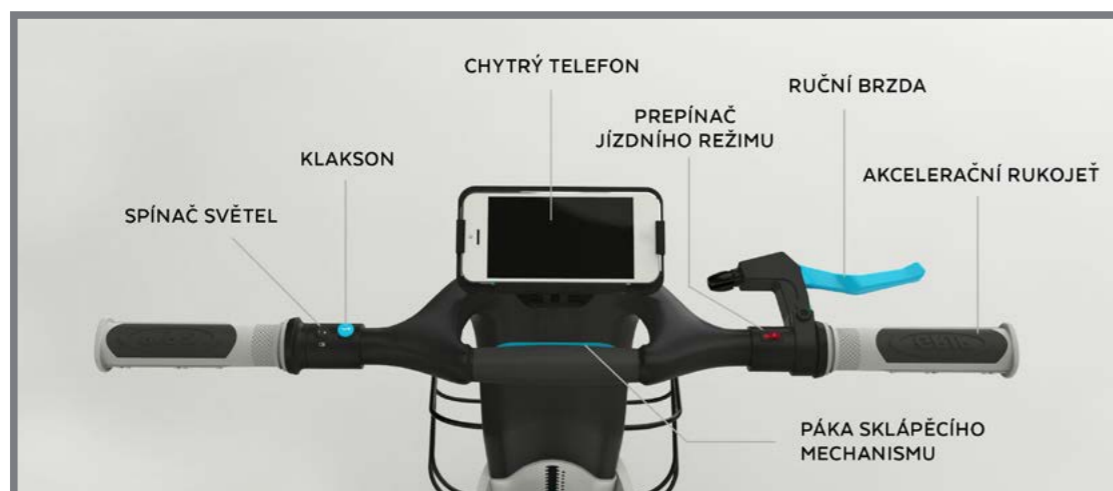
Nabíjení baterie je možné provádět také mimo skútr. LiFePO₄ akumulátor je zamčený v prostředním panelu platformy ke stání, aby za jízdy nemohl vypadnout. Uzamčení také zamezuje snadné krádeži baterie při parkování venku. Po odemčení krytu lze baterii odpojit, vyjmout pomocí rukojeti a dobíjet v běžné síti odděleně od vozidla. Usnadněná je tímto také výměna baterie po snížení výkonnosti anebo po případné poruše funkčnosti.



Obr. 69 Snadné vyjmutí akumulátoru

5.2.4 Ovladače a sdělovače

Ovladače a sdělovače slouží ke komunikaci mezi jezdce a vozidlem. U skútrů jsou standardně tyto prvky umístěny výhradně na řídítkách, aby k nim uživatel měl co nejpohodlnější a nejbezpečnější přístup. Mezi ovládání skútru lze zařadit ruční brzdu, otočnou plynovou rukojeť, startování, klakson, a tlačítka ovládající světla a režim jízdy. Sdělovač je na skútru jediný – chytrý telefon, resp. speciální aplikace, jejíž prostřednictvím je uživatel informován o celé řadě skutečností týkajících se vozidla.



Obr. 70 Ovladače a sdělovače

Ovladače

Elektrický skútr se ovládá klasickým způsobem pomocí řídítek. Pravá rukojeť je otáčivá a slouží k regulaci rychlosti vozidla tak, jak je u podobných dopravních prostředků zvykem. Vzhledem k nepotřebnosti spojky nemá levá rukojeť žádnou přidanou funkci a slouží pouze k držení. Na pravé straně řídítek se dále nachází manuální ruční brzda a kolébkový ovladač sloužící k přepínání jízdních módů (viz kapitola 5.1.3 Pohonná soustava) mezi běžným režimem a režimem chůze. Na levé straně můžeme najít modré tlačítko klaksonu, které je při nehlučnosti elektromotoru v městském prostředí nezbytné, a kolébkový ovladač sloužící k zapnutí a vypnutí předního a zadního světlometu. Uprostřed řídítek, na speciální rukojeti sloužící k manipulaci se skútreem ve složeném stavu, se nachází rovněž ovládací páka mechanismu skládání, jehož princip je vysvětlen v kapitole 5.1.8. Ovladače skútru jsou jasně barevně odlišeny a za jízdy vždy snadno, intuitivně k dispozici.

Sdělovače

Před nastartováním vozidla by uživatel měl zapojit svůj chytrý telefon do univerzálního stojanu a zapnout speciální aplikaci pro skútr SQUID. Po nastartování elektromotorů klíčem na boční straně řídicí vidlice se vozidlo spojí s aplikací v chytrém telefonu, která jej následně informuje o řadě parametrů týkající se jeho skútru. Za jízdy lze tak z displeje telefonu snadno odečíst informace o rychlosti jízdy, stavu baterie nebo také o poloze či plánované trase prostřednictvím GPS navigace. Další výhodou tohoto řešení je, že aplikace dokáže do chytrého telefonu sbírat celou řadu statistických dat, se kterými je uživatel seznámen skrz jednoduchou infografiku. Díky této technologii pak může prakticky kdekoliv prostudovat, kde všude se na skútru pohyboval, kolik najel kilometrů, jakou měl skútr spotřebu energie apod. Ovládání elektrických skútrů a kol pomocí chytrých telefonů přináší mnoho výhod a pro dnešní generaci je to bezesporu přirozená cesta, jak komunikovat se svým vozidlem.

5.2.5 Osvětlení

Z hlediska bezpečnosti a pohodlí při jízdě bylo nutné skútr vybavit dostatečně silným předním světlometem. Ten se nachází uprostřed řídicí vidlice a pomocí LED technolo-

gie je schopen osvětlit prostor před jezdce i v absolutní tmě. Přední světlomet, díky své pozici na řídítkách, vždy vrhá světlo ve směru jízdy.

Neméně důležitým komunikačním prvkem s okolím je světlomet zadní. Ten se nachází na nejzazším místě skútru, na konci blatníku zadního kola. Světlo zde poskytují rovněž LED diody, které svým výkonem slouží spíše jako výstražný, bezpečnostní prvek informující ostatní účastníky provozu. Za stejným účelem pak skútr disponuje dvojicí reflexních odrazek na blatnících přední nápravy, které ostatní vozidla při snížené viditelnosti informují o tom, že nejde o jednostranné vozidlo. Navržený skútr naopak není vybaven blikavými směrovými světly, která v této kategorii vozidel nejsou standardní výbavou. Směr jízdy tak jezdec účastníkům provozu oznamuje stejně jako na jízdním kole, tedy pažemi.



Obr. 71 Osvětlení skútru: 01 přední světlomet, 02 reflexní odrazky, 03 zadní světlomet

6 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

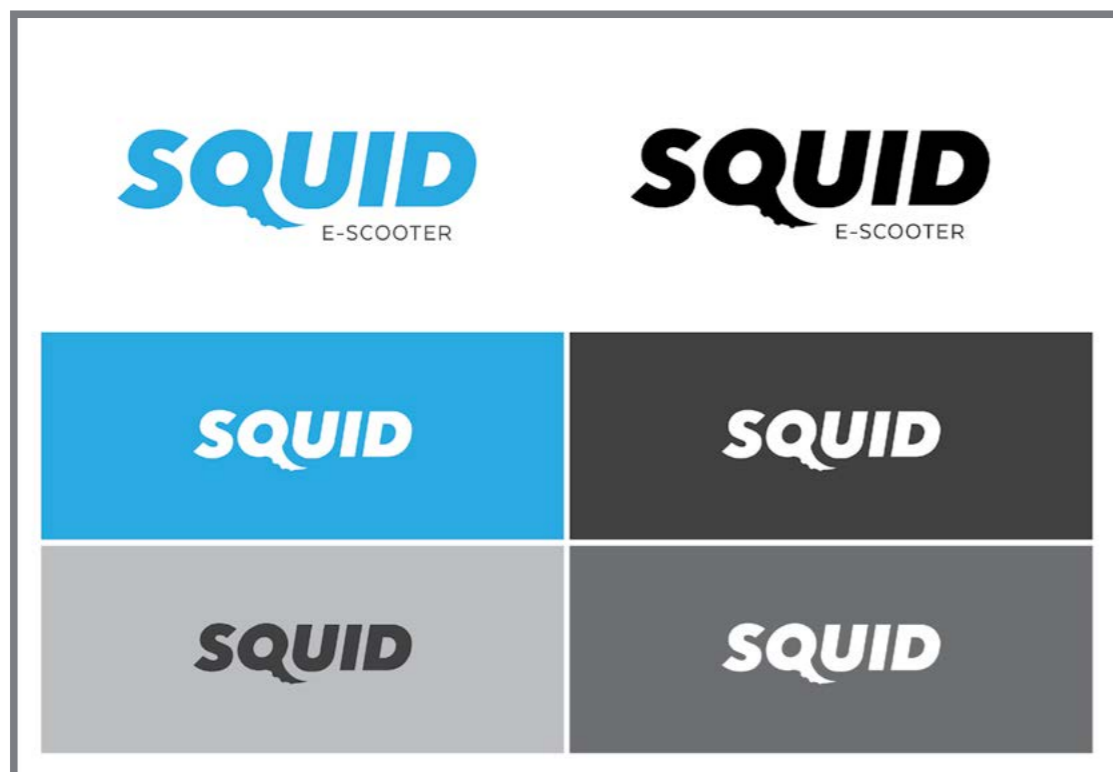
6.1 Branding

Návrh značky je pro uvedení nového skútru nezanedbatelná záležitost. Značka by měla do budoucna nést myšlenku a image produktu a být zárukou jeho kvality i kultury. Návrh samotné značky a doprovodného vizuálního stylu by vyšel na samostatnou práci, tato studie je zaměřena alespoň na základ – tedy návrh názvu a loga produktu.

6.1.1 Návrh značky

Ještě před návrhem grafické podoby značky bylo nutné vymyslet pro skútr vhodný, přiléhavý název. Z několika variant padl výběr jména na SQUID. Squid znamená anglicky oliheň, tedy mořského živočicha jehož skútr zdánlivě připomíná v charakteristickém složeném stavu. Jako se oliheň ladně pohybuje v oceánu, proplouvá i SQUID se stejnou přirozeností městským prostředím.

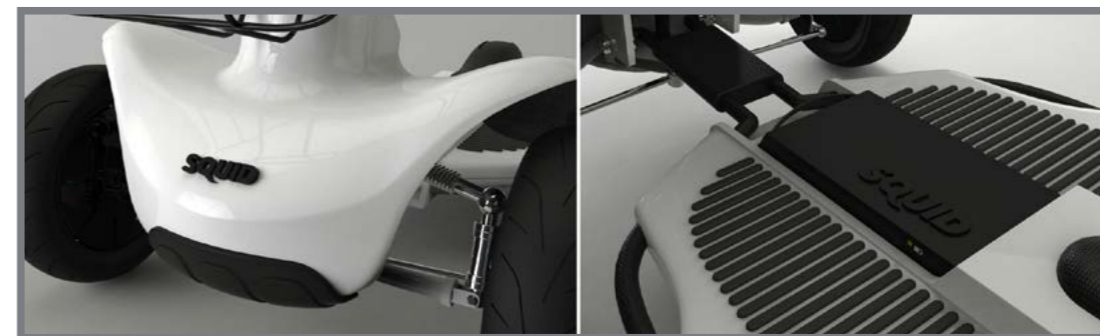
Grafický návrh značky vyplývá ze zvoleného názvu a odráží jeho filosofii. Logotyp tvoří čtyři na míru navržené verzálky SQUID typu grotesk. Osa písmen je nakloněná na pravou stranu pro zdůraznění dynamiky a ocásek písmena „Q“ je stylizovaný jako chapadlo, které logotypu dodává nezaměnitelný charakter. K logo je v propagačních materiálech možné přidat i doprovodný text „E-SCOOTER“ (písmo Texta, řez Regular), na produktu se využívá pouze samostatného logotypu. Na obrázku 72 je ukázka logotypu s doprovodným textem v monochromatické variantě a firemní světle modré (C=70,M=15,Y=0,K=0) a zároveň ukázka fungování samostatného logotypu na barevných podkladech ve firemních barvách.



Obr. 72 Ukázka značky produktu

6.1.2 Aplikace značky na vozidle

Navržená značka skútru musí dobře fungovat na propagačních materiálech stejně jako na samotném produktu. Na vozidle proto můžeme najít několik míst, kde bylo využito logotypu pro posílení identity skútru. Dominantní umístění značky je zejména, jak to bývá u dopravních prostředků zvykem, na viditelném místě uprostřed krytování přední nápravy.



Obr. 73 Aplikace značky na vozidle

6.2 Barevné řešení vozidla

V této diplomové práci bylo představeno barevné řešení skútru s dominantní perleťově bílou, lesklou barvou karoserie. Bílou barvu předního krytování a platformy ke stání pak citlivě doplňují ostatní součástky v odstínech matné, černé barvy a součástky z uhlíkových vláken bez povrchové úpravy. Barevný akcent a oživení černobílé variace poskytují detaily jako disky kol, páka ruční brzdy, páka nastavení řidítek nebo páka skládacího mechanismu ve firemní světle modré barvě. Toto barevné řešení bylo zvoleno pro svůj puristický charakter, lehkost, eleganci a energii, podtrhující ekologický přínos vozidla.



Obr. 74 Základní barevná varianta

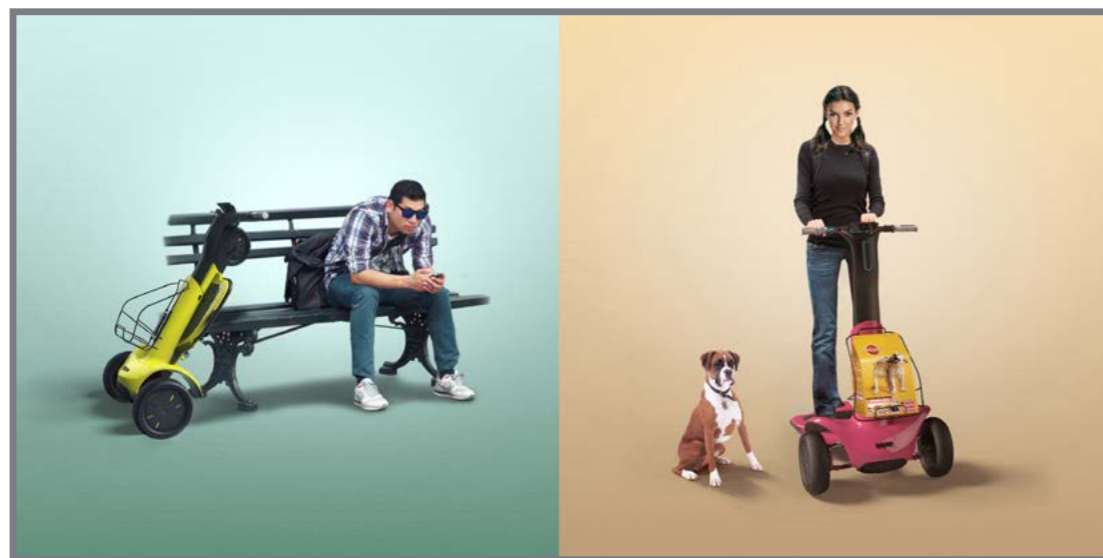
Vzhledem k tomu že e-skútr SQUID není užitkové vozidlo, kde by fungovala jakákoli zvyklostní barevná kombinace, je možnost kombinovat barvy prakticky libovolně. V případě navrženého skútru, který chce oslovit aktivní městskou populaci, je dokonce široká nabídka barevných variací cestou, jak oslovit zákazníky, pro které je individualizace výrobku velmi důležitá.

Barevné variace skútru se řídí podle jednoduchého klíče. Ve stejném barevném provedení zůstanou ty součástky, které na původním návrhu (řešeném v předchozích kapitolách) měly tmavé odstíny. Barevnost bude možné měnit u přední karoserie a platformy ke stání (původně v bílé) a zároveň u detailů (původně ve světle modré). Tyto barevné variace nabízí buď kombinaci desaturované barvy karoserie a výrazných detailů (viz obr. 78).



Obr. 78 Barevná kombinace 1

Anebo kombinaci výrazné barvy karoserie a detailů v černé anebo i další doplňkové barvě. (viz obr. 75).



Obr. 75 Barevná kombinace 2

6.2.1 Barevné a grafické provedení skútru jako užitkového vozidla

Jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách, navržený skútr disponuje takovými vlastnostmi, že jej lze dobře využít jako užitkové vozidlo. Kompaktní tvar a možnost pohybovat se tam, kde jiná vozidla nemohou, jej předurčuje pro veřejné i soukromé služby v městském prostředí. Nabízí se jeho využití pro složky městské policie, které mohou plnit i funkci první pomoci (viz obr. 77). Taková vozidla by disponovala signální grafikou příslušných policejních jednotek, hasícím přístrojem místo drátěného košíku a přídatnými úložnými boxy na předních blatnicích.



Obr. 76 Skútr ve službách městské policie

Skútr lze taky využít pro rozvoz jídla po městě anebo nejrůznější roznáškové či poštovní služby (viz obr. 78).



Obr. 77 Skútr pro rozvoz jídla a poštovní donášku

7 DISKUZE

7.1 psychologická funkce

Psychologický vliv navrženého skútru na člověka a společnost je značně ovlivněn tím, že spadá do kategorie dopravních prostředků, které se na cestách zatím příliš neobjevují ani v Evropě, ani ve světě. Tato kompaktní vozidla jsou v drtivé většině ve fázi konceptů a, snad kromě vozítka Segway, prozatím hledají své místo na trhu. Dá se tedy předpokládat, že uvedení řešeného elektrického skútru na trh by vzbudilo jistý zájem.

Pokud se o e-skútru SQUID budeme bavit jako o prostředku osobní mobility, je cílová skupina, kterou se návrh snaží oslovit, nezávisle na pohlaví každý obyvatel většího města v aktivním věku. Dá se předpokládat, že jakožto zcela nový, netradiční produkt osloví nejdříve takový typ lidí, který se nebojí přijímat nové trendy, sám je aktivně vyhledává či dokonce vytváří. Tato skupina obyvatel, v marketingovém žargonu tzv. „early adopters“, má pak velký vliv na ostatní cílové skupiny, které jsou většinou trendy schopné pouze přejímat. Tato progresivní skupina obyvatel je ve velkých městech poměrně hojně zastoupena. Jedná se většinou o mladé lidi, z tzv. generace Y (lidé narozeni mezi lety 1976-1995), kteří jsou nezávislí na autoritách, mají rádi volnější pracovní dobu nebo rovnou pracují ve svobodných povoláních, upřednostňují společenské vztahy před kariérou, milují módu, styl a dbají na prostředí, ve kterém žijí [51]. Skútr je navržený tak, aby jako osobní vozidlo svými přednostmi zaujal právě tuto konkrétní skupinu obyvatel. Elegantní tvarové řešení a do detailu propracovaný design v kombinaci s ekologickými kvalitami a unikátním, dosud nevídaným, konceptem z ní tvoří jasné potenciální zákazníky.

Skútr však není koncipován pouze jako módní doplněk pro trendy udávající městskou mládež. Díky svým vlastnostem může vozidlo oslovit i konzervativnější část populace, které záleží na životním prostředí a hledá praktický, alternativní dopravní prostředek pro pohyb ve městě. Oproti konkurenci je totiž vozidlo o něco masivnější a vypadá důstojněji. Díky těmto vlastnostem si na něm lze bez problému představit dospělého člověka téměř kteréhokoli povolání, aniž by taková představa budila rozpaky.

Praktické vlastnosti skútru a elegantní, důstojný vzhled by měly zapůsobit také na další cílovou skupinu – soukromé společnosti a veřejné instituce. Skútr je na často ucpávaných městských komunikacích pohyblivější než automobil, je snazší na údržbu, snadno se kdekoli zaparkuje, v režimu chůze je možné jej tolerovat i přímo v městských centrech, je možné jej převážet hromadnou dopravou, neničí životní prostředí a jeho provoz je ekonomicky zanedbatelný. To vše lze považovat za konkurenční výhody oproti konvenčním dopravním prostředkům. Soukromé společnosti a stát jsou oproti fyzickým osobám ekonomicky silnější subjekty, pro které by pořizovací cena skútru nehrála tak velkou roli a mohly by si pořídit i více kusů. Kromě praktických vlastností vozidla je pro společnosti či veřejné instituce důležitý rovněž jeho ekologický přínos a atraktivní design, které posílí jejich image. S vozovým parkem elektrických skútrů SQUID se mohou bezesporu prezentovat jako soukromé podniky či veřejné instituce, které nejsou zkosnatělé a dbají na životní prostředí.

7.2 Ekonomická funkce

Ekonomická funkce vozidla se zásadním způsobem odvíjí od jeho možné pořizovací ceny na trhu. Na tu by mělo vliv celá řada faktorů a nelze ji jednoznačně určit. Pro účely této práce proto určíme možnou pořizovací cenu skútru pouze orientačně, na základě použitých technologií, materiálů a konkurence na trhu. Podíváme-li se na tržní cenu elektrických koloběžek o stejném výkonu motorů a baterií, které jsou běžně k dostání na internetových obchodech (např. e-skútr Sunra [41]), pohybuje se okolo 20.000 Kč. V této cenové hladině jde však o konvenční, sériově vyráběná vozidla, která nebají tolik na kvalitu provedení, design ani unikátní vlastnosti jako je skládání do kompaktního tvaru. Zaměříme-li se na skládací elektrické skútry, které jsou designérsky vyřešeny daleko lépe (např. Urb-e [27] nebo Stigo [28]), dostáváme se na částky v rozpětí 50.000 Kč - 70.000 Kč. Násobně vyšší pořizovací cena je dána tím, že jsou tyto koncepty vyráběny v daleko menších sériích a dbají na vyšší kvalitu provedení. Kromě toho zákazník samozřejmě platí za unikátní design. Kapitulu samu pro sebe tvoří Segway, který pro pořizovací cenu okolo 200.000 Kč míří prakticky výhradně na společnosti (půjčovny, turistické agentury) a veřejné instituce.

Elektrický skútr SQUID disponuje atraktivním designem, unikátním konceptem a kvalitním provedením. Cílovým zákazníkem by měly, kromě společností a veřejných institucí, být také fyzické osoby. Jeho pořizovací cena by se odvíjela od toho, do jaké míry by se podařilo snížit náklady na jeho výrobu a v jak velkých sériích by se vyráběl. Vzhledem k současné konkurenci by však neměla přesáhnout částku 70.000 Kč za kus a postupem času by mohla klesnout i pod 50.000 Kč.

Vyšší pořizovací náklady by z počátku pravděpodobně měly za následek nižší poptávku po vozidle v ekonomicky slabších regionech. Tu by však mohly stimulovat právě soukromé společnosti a veřejné instituce, pro které – vzhledem k nesporným výhodám, které by jim koupě přinesla (viz předchozí podkapitola) – by pořizovací náklady nemusely být takový problém. Poptávku na poli fyzických osob by pak ze začátku mohla stimulovat právě generace Y, určující módní trendy. Podle výzkumu nákupních návyků této skupiny obyvatel polovina dává přednost značkovému zboží, uvádí o sobě, že patří mezi první, kdo zkusí nové výrobky, a že spotřební zboží kupují bez ohledu na cenu [51]. Je možné, že status jedinečnosti, který vlastník takového vozidla získá, společně s chytrou reklamní kampaní a možností nákupu vozidla na splátky, by tuto cílovou skupinu přiměl ke koupi skútru i přes jeho vyšší pořizovací náklady. Rostoucí poptávka mezi dalšími skupinami obyvatel (přejímající často trendy od těchto prvních „early adopters“), by pak mohla, společně s klesající cenou technologií, vést ke snížení pořizovacích nákladů a většímu rozšíření vozidla do světových měst.

7.3 Společenská funkce

Nadužívání osobních automobilů se spalovacími motory způsobuje v dnešním světě celou řadu společenských problémů. Prostředím, kde se tyto problémy projevují nejvíce, jsou zejména velká města. Obyvatele trápí časté dopravní zácpy, nedostatek parkovacích míst, znečištěné ovzduší a mnohdy i historická centra, kde je povolen provoz osobních vozidel na úkor klidu a bezpečí občanů.

Navržený elektrický skútr je vozidlo, které se na tyto společenské výzvy snaží odpovídat a hledat řešení. Díky svému bezemisnímu provozu by přispíval ke zlepšení životní-

ho prostředí ve městech a v kombinaci s městskou hromadnou dopravou, kterou může být ve složeném tvaru snadno převážen, nabízí atraktivní alternativu k osobnímu automobilu. Díky kompaktnímu tvarovému řešení odpadají rovněž problémy s parkováním, protože skútr je možné zaparkovat nejen kdekoli venku ale také doma nebo v kanceláři. Praktické vlastnosti skútru nabízí také využití pro celou řadu soukromých společností či veřejných institucí, které tak mohou těmito skútry nahradit část svého vozového parku se spalovacími motory. Možnosti využití elektrického skútru SQUID jsou natolik široké, že by se mohl stát běžnou součástí provozu ve městech a podpořit trend postupné náhrady vozidel se spalovacími motory za vozidla s alternativním pohonem, šetrným k našemu životnímu prostoru. Každé další takové vozidlo, které svým praktickým využitím v běžném životě rozptýlí nedůvěru vůči elektrifikaci dopravy, je významným příspěvkem k udržitelnosti rozvoje mobility ve městech i mimo ně a zlepšení kvality našeho života.

ZÁVĚR

Základním cílem této diplomové práce bylo navrhnout design elektrického skútru ideálně uzpůsobeného pro pohyb v městském prostředí, který bude praktickou, atraktivní a zejména šetrnější alternativou k osobnímu automobilu. Tato obecná formulace v praxi znamená vymyslet takové vozidlo, které by oproti konvenčním dopravním prostředkům nabízelo nesporné výhody nejen pro běžné obyvatele, hledající řešení osobní mobility ve městě, ale i pro soukromé společnosti či veřejné instituce, hledající vhodné užitkové vozidlo pro své služby. Splnit tento ambiciózní cíl znamenalo vyřešit celou řadu technických, ergonomických a designérských nároků, které bylo nutné na tento typ vozidla klást, aby bylo teoreticky schopné prosadit se na současném trhu.

Provoz vozidla, šetrný k životnímu prostředí, byl zajištěn dvojicí elektromotorů umístěných v nábojích předních kol. Samotná elektrifikace skútru v dnešní době již není žádné novum; inovace však můžeme nalézt jinde. Aby navržený skútr odpovídal na problémy mobility ve větších městech, bylo zapotřebí soustředit se na jeho rozměry. Vozidlo muselo být dostatečně malé, aby nejenom bez problému projelo dopravní zácpou, ale také aby jej bylo možné snadno převážet městskou hromadnou dopravou nebo parkovat téměř kdekoli, včetně bytu či kanceláře. To bylo zajištěno šířkou vozidla 67 cm (tak aby skútr projel standardními interiérovými dveřmi) a unikátním systémem skládání do kompaktního, pojízdného tvaru, ve kterém uživatel může táhnout vozidlo za sebou podobně jako kufr na kolečkách. Vymyslet systém skládání, který by umožnil, že skútr bude vypadat stejně elegantně a samozřejmě v rozložené i složené fázi, bylo pro návrh zásadní. Tuto výzvu se podařilo překonat tak, že se mechanismus skládání stal integrální součástí celého designu, od kterého se odvíjelo další tvarové řešení. Návrh tak má svou základní funkci – oproti konkurenčním skládacím skútrům, kde často působí jako přílepek – zakódovanou přímo a jasně ve svém designu. Kromě toho je vozidlo v této záležitosti inovativní i po konstrukční a ergonomické stránce. Díky dvěma hub motorům v předních kolech uživatel ve složeném stavu nezvedá a nenesí těžký motor v zadním kole s sebou jako břemeno, jako tomu bývá zvykem u konkurenčních produktů. Těžiště je tím posunuto mnohem blíže k zemi a motory s permanentními magnety, které při pohybu složeného vozidla zůstávají v provozu, umožňují přibližně 25 kg vážící skútr táhnout na větší vzdálenosti i fyzicky slabšímu majiteli.

Kromě toho unikátní řešení přední nápravy na dvou hnaných kolech umožňuje účinnější rekuperaci, lepší přenos výkonu motorů na vozovku a stabilnější průjezd zatáčkami. Prostor mezi předními koly je navíc efektivně využit jako úložný prostor. Díky univerzálnímu railu na přední samonosné karoserii může majitel volit mezi různými typy úložných kontejnerů nebo nainstalovat box dle vlastní potřeby. Konstrukce skútru bez sedánku má vliv na nižší hmotnost, nabízí aktivnější pocit z jízdy, možnost střídání poloh, větší bdělost či možnost rychlého úniku. Řízení skútru je díky speciálně konstruované nápravě možné, při nižších rychlostech nebo při rozjíždění, natáčením řídicích a při vyšších rychlostech, díky natáčení kol do stran, jednoduchým přesouváním váhy jezdce. Výkon elektromotorů je 500W a maximální rychlost skútru činí 25 Km/h. Tyto parametry umožňují provozovat vozidlo bez jakéhokoli řídicího oprávnění. Ergonomické vlastnosti, jako nastavitelnost řídicích a velikost platformy ke stání, jsou volené tak, aby vyhovovaly 95% percentilu populace, nezávisle na pohlaví. Skútr tak může, snad kromě seniorů a tělesně postižených, provozovat téměř kdokoli.

Kromě elektrického pohonu je šetrnost skútru k životnímu prostředí podtržena volbou moderních Lithium-železo-fosfátových baterií, které oproti oloveným akumulátorům nejsou ekologickou hrozbou. Tento typ baterií nad to nabízí násobně vyšší kapacitu, životnost a nižší hmotnost.

Další neméně důležitou výhodou oproti konkurenci je samotné tvarově-kompoziční řešení skútru. Design byl řešen tak, aby vzhled vozidla působil důstojně pro co nejširší spektrum potenciálních uživatelů, nehledě na věk, pohlaví či povolání. Skútr je oproti přímé konkurenci, cílí především na městskou mládež, výrazněji krytovaný a vizuálně ucelenější. To má za následek, že na pohled na skútru nebudí rozpaky teenager, dospělý člověk ve středním věku ani např. příslušník městské policie. Tento benefit je tak dalším krokem směrem k soukromým společnostem a veřejným institucím, které jej ve svých službách mohou hojně využívat a využít k posílení image ve smyslu nekonformního a otevřeného, ekologického přístupu ke světu.

Shrneme-li závěrem největší přednosti návrhu, můžeme konstatovat, že vytyčené cíle byly splněny. Skútr je na často ucpaných městských komunikacích pohyblivější než automobil, je snazší na údržbu, snadno jej kdekoli zaparkujeme, v režimu chůze je možné jej tolerovat i přímo v městských centrech nebo interiérech, je možné jej převážet hromadnou dopravou, neničí životní prostředí a jeho provoz je ekonomicky zanedbatelný, disponuje variabilním úložným prostorem, dá se snadno složit a díky podpoře elektromotorů v tomto stavu i převážet. Design vozidla je přitom maximálně v souladu s jeho funkcí a je atraktivní pro široké spektrum městských obyvatel. Jeho praktické, ekologické a estetické kvality nabízí využití skútru nejen jako osobního dopravního prostředku, ale také jako užitkového vozidla pro soukromé i veřejné podniky. Skútr může efektivně využívat městská policie, donáškové služby, rozvoz jídla, turistické agentury nebo např. golfové resorty. Využití vozidla je možné také v interiérech, skladech, obchodních centrech, hotelech, výstavištích a obecně všude tam, kde je použití konvenčních dopravních prostředků nemožné. Toto široké portfolio jeho možného uplatnění je jedním z klíčových předpokladů splnění vytyčeného cíle diplomové práce.

SEZNAM LITERÁRNÍCH ZDROJŮ

- [1] Legislativa elektrokol. [online]. [cit. 2014-10-28]. Dostupné z: <http://www.univer.cz/legislativa-elektrokol>
- [2] BARONI, Francesco. Bicykl: historie, mýty, posedlost. 1. vyd. Čestlice: Rebo, 2011, 303 s. ISBN 978-80-255-0459-8.
- [3] Tricycle. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: en.wikipedia.org/wiki/Tricycle
- [4] Electric Bike History, patents from the 1800's. Electricbike.com [online]. 2015 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <https://www.electricbike.com/e-bike-patents-from-the-1800s/>
- [5] LARMINIE, James a John LOWRY. Electric vehicle technology explained. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, c2012, xxv, 314 s. ISBN 978--1-119-94273-3.
- [6] Lohner-porsche mixte hybrid. MOTORSTOWN [online]. 2015 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.motorstown.com/59591-lohner-porsche-mixte-hybrid.html>
- [7] RYCHLOVLAKY ŠINKANZEN. Vysokorychlostní železnice [online]. 2014 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.vysokorychlostni-zeleznice.cz/rychlovlaky-sinkansen/>
- [8] Frühlingsaktion: smart eBike bei Tchibo günstiger. In: EBikeNews [online]. 2014 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.ebike-news.de/fruehlingsaktion-smart-ebike-bei-tchibo-guenstiger/6868/>
- [9] Me-Mover: šlapací koloběžka do města. In: Hybrid.cz [online]. 2014 [cit. 2014-11-24]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/me-mover-slapaci-kolobezka-do-mesta>
- [10] Roadix: Urban Transportation [online]. 2015 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.myurbanvehicle.com>
- [11] VLK, František. *Alternativní pohony motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2004, 234 s. ISBN 80-239-1602-5.

- [12] Hub motors. In: Explain that stuff! [online]. 2014 [cit. 2014-10-28]. Dostupné z: <http://www.explainthatstuff.com/hubmotors.html>
- [13] What are the disadvantages of DC motor?. In: Answers [online]. 2014 [cit. 2014-10-28]. Dostupné z: http://www.answers.com/Q/What_are_the_disadvantages_of_DC_motor
- [14] Vorel, P.: *Výkonové elektromechanické systémy v silničních vozidlech*, habilitační práce, 2005, 137s., VUT v Brně, FEKT, Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky, 2010-12
- [15] LMS Software. LMS Software [online]. 2013 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://mylms.cz/text-prehled-a-zapojeni-motoru/>
- [16] Hub motors. In: Explain that stuff! [online]. 2014 [cit. 2014-10-28]. Dostupné z: <http://www.explainthatstuff.com/hubmotors.html>
- [16] Hub motors. In: Explain that stuff! [online]. 2014 [cit. 2014-10-28]. Dostupné z: <http://www.explainthatstuff.com/hubmotors.html>
- [17] NIAN, Xiaohong, Fei PENG a Hang ZHANG. Regenerative Braking System of Electric Vehicle Driven by Brushless DC Motor. *IEEE Transactions on Industrial Electronics* [online]. 2014, vol. 61, issue 10, s. 5798-5808 [cit. 2014-10-09]. DOI: 10.1109/tie.2014.2300059.
- [18] WANG, Bin, Ren Guang WANG, Qun Ying CAI, Han Wen SUN a Marco SCHRAMM. Experimental Research on Regenerative Braking of Wheel-Hub Motor. *Advanced Materials Research* [online]. 2011, 383-390, s. 1879-1883 [cit. 2014-10-09]. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.383-390.1879. Dostupné z: <http://www.scientific.net/AMR.383-390.1879>
- [19] JABBOUR, Lara, Roberta BONGIOVANNI, Didier CHAUSSY, Claudio GERBALDI a Davide BENEVENTI. Cellulose-based Li-ion batteries. *Cellulose* [online]. 2013, vol. 20, issue 4, s. 1523-1545 [cit. 2014-10-09]. DOI: 10.1007/s10570-013-9973-8. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10570-013-9973-8>
- [20] Are Lithium Ion Batteries Recyclable?. *Keen for Green* [online]. 2014 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: http://www.keenforgreen.com/recycle/are_lithium_ion_batteries_recyclable
- [21] Lithium polymer battery. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_polymer_battery

- [22] FIGURE 1. Comparison of the different battery technologies in terms of volumetric and gravimetric energy density. In: *Nature* [online]. 2015 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: http://www.nature.com/nature/journal/v414/n6861/fig_tab/414359a0_F1.html
- [23] VLK, František. *Podvozky motorových vozidel*. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003, 392 s. ISBN 80-239-0026-9.
- [24] MUV-e's Folding Electric Trolley Goes from Land to Bus to Train - See more at: <http://www.greenprophet.com/2013/02/muv-es-folding-electric-trolley-goes-from-land-to-bus-to-train/#sthash.8Opw4RnF.dpuf>. In: *Green prophet* [online]. 2014 [cit. 2014-11-24]. Dostupné z: <http://www.greenprophet.com/2013/02/muv-es-folding-electric-trolley-goes-from-land-to-bus-to-train/>
- [25] EASY-GLIDER X6. In: *TFOT: The Future of Things* [online]. 2014 [cit. 2014-11-24]. Dostupné z: <http://thefutureofthings.com/5942-easy-glider-x6/>
- [26] Everywhere foldable electric scooter. In: *Tuvie: Design for future* [online]. 2014 [cit. 2014-11-24]. Dostupné z: <http://www.tuvie.com/everywhere-foldable-electric-scooter-by-jae-pyung-lee/>
- [27] Miniaturní elektrické vozítko Urb-E do městské džungle. In: *Hybrid.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-11-24]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/elektricky-urb-e-do-mestske-dzungle>
- [28] Stigo: městský elektroskútr z Estonska. In: *Hybrid.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-11-24]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/stigo-mestsky-skutr-z-estonska>
- [29] No. 5065 Scooter. In: *Red Dot Award: Design Concept* [online]. 2014 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: <http://www.red-dot.sg/en/online-exhibition/concept/?code=1272&y=2014&c=3&a=0>
- [30] Get A Jiffy Ride. In: *Yanko Design: Form Beyond Function* [online]. 2014 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: <http://www.yankodesign.com/2010/02/09/get-a-jiffy-ride/>
- [31] Electrical bicycle [patent]. Užitný vzor, US 552271 A. Uděleno 31. prosinec 1895.
- [32] Electrical bicycle [patent]. Užitný vzor, US596272 A. Uděleno 28. prosinec 1897.
- [33] Segway Beograd. Rent-a-Segway [online]. 2015 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.segwaybeograd.rs/en/rent-a-segway>

- [34] Segway Human Transporter: What is a Segway Human Transporter. In: Www.about.com [online]. 2014 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://inventors.about.com/od/sstartinventions/a/segway.htm>
- [35] Segway scooters responsible for increasing number of accidents. In: The Telegraph [online]. 2015 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/8030653/Segway-scooters-responsible-for-increasing-number-of-accidents.html>
- [36] CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. Ediční středisko ČVUT, Praha 6, 2001. Učební text. ČVUT.
- [37] Jaké zvolit rozměry dveří?. In: Interiérovédveře.cz [online]. 2014 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://www.interierovedvere.cz/jak-vybrat/jake-mam-chtit-rozmary-dveri/>
- [38] Zvláštní požadavky na výtahy ve vztahu k charakteru budovy. In: Tzb info: Technická zařízení budov [online]. 2014 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2763-zvlastni-pozadavky-na-vytahy-ve-vztahu-k-charakteru-budovy>
- [39] Elektroskútry/mopedy bez nutnosti řidičského průkazu. 2015. Elektrokola Ostrava [online]. [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.elektrokola-ostava.cz/skutry-mopedy-na-elektromotor-bez-ridicskeho-prukazu>
- [40] Vozítko Segway je nebezpečný chodec. Na silnici však nepatří a cyklostezky nejsou. 2014. Echo 24 [online]. [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://echo24.cz/a/ihezT/vozitko-segway-je-nebezpecny-chodec-na-silnici-vsak-nepatri-a-cyklostezky-nejso>
- [41] Sunra. 2015. Elektrokola Ostrava [online]. [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.elektrokolaostava.cz/Sunra-d737.htm>
- [42] Brushless mono shaft hub motor 8 inch 250w geared hall sensors. 2015. City Zenith [online]. [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.czbrushlessmotors.com/shop/brushless-hub-motor/HL8SW>
- [43] GAIA: Advanced Lithium Battery Systems [online]. 2015. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://www.gaia-akku.com/en.html>
- [44] Technika motocyklu - 3. část - brzdy. Motorkáři.cz [online]. 2005 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-3.-cast-brzdy-3259.html>
- [45] SHENZEN FRT CARBON FIBRE CO. LTD. FRT Carbon [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.frtc carbon.com/>

- [46] Ultramid®- Custom-made polyamide. BASF: we create chemistry [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://product-finder.basf.com/group/corporate/product-finder/en/brand/ULTRAMID>
- [47] Solární elektrický skútr oživí městskou mobilitu. Hybrid.cz: lektromobily, elektrokola, elektroskútry, auta na plyn CNG, LPG, testy [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/solarni-elektricky-skutr-ozivi-mestskou-mobilitu>
- [48] ULTRAMID B3ZG8. BASF: we create chemistry [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: http://www.plasticsportal.net/wa/EU/Catalog/ePlastics/info/BASF/product/ultramid_b3zg8
- [49] ULTRAMID B3M6. BASF: we create chemistry [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: http://www.plasticsportal.net/wa/EU/Catalog/ePlastics/info/BASF/product/ultramid_b3m6
- [50] DVOŘÁČEK, Vladimír. Světelné zdroje – světelné diody. SVĚTLO [online]. 2009, (5) [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39810.pdf>
- [51] Generace Y jiná cílová skupina. E15: Strategie.cz [online]. 2011 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://strategie.e15.cz/zurnal/generace-y-jina-cilova-skupina>
- [52] Segway Models, Accessories & Spare Parts Price List. Segway [online]. 2014 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://www.segway-uk.net/index.php/price-list>
- [53] Compass Upínací popruh s ráčnou 5 m. OBI [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: http://www.obic.cz/decom/product/Compass_Up%C3%AD-nac%C3%AD_popruh_s_r%C3%A1%C4%8Dnou_5_m/4455366
- [54] EMKIT: Electric Wheel Barrows [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.electric-wheel-barrow.com>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

SM - spalovací motor
USA - United States of America
Li-ion - Lithium iontové
Li-Pol - Lithium polymerové
DC - Direct Current
BLDC - Brushless Direct Current
NiCd - Nikl Kadmiové
NiMH - Nikl metal hybridní
Km - kilometr
Kg - kilogram
Km/h - kilometr za hodinu
LED - Light-Emitting Diode
3D - třetí dimenze
CAD - Computer-Aided Design
mm - milimetr
cm - centimetr
V - volt
W - watt
Ah - ampérhodina
°C - stupeň Celsia
LiFePO ₄ - Lithium-železo-fosfátový
PA - polyamid
MHD - městská hromadná doprava
MMR - Ministerstvo pro místní rozvoj ČR
GPS - Global Positioning System

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1	Předchůdce byciklu ze staré Číny a celerifér z roku 1791 [2]	12
Obr. 3	dámská modifikace tzv. draisiny, 1817 [2]	13
Obr. 2	francouzský celerifér, 1791 [2]	13
Obr. 5	Tříkolka Starley Coventry s elektrickým pohonem, 1881 [4]	14
Obr. 4	Tříkolka Starley Coventry, 1876 [4]	14
Obr. 7	Libbey's Electric Bicycle, 1897 [32]	15
Obr. 6	Ogdeon Bolton, 1895 [31]	15
Obr. 8	Nejrychlejší elektromobil 19. století – La Jarnaise Contente, 1899 [5]	16
Obr. 9	První automobil s hybridním pohonem z roku 1900 [6]	17
Obr. 10	Řada Shinkansenů na Japonském nádraží, 2009 [7]	17
Obr. 11	Yamaha PAS, 1993 [4]	18
Obr. 13	Skládací e-skútr Me-mover [9]	19
Obr. 12	E-bike od značky Smart, 2012 [8]	19
Obr. 14	MUV-e: umístění důležitých technických komponentů [10]	20
Obr. 15	Ukázka BLDC motoru [16]	21
Obr. 16	Li-ion baterie [20]	22
Obr. 17	Li-pol baterie [21]	22
Obr. 18	Porovnání kapacity, velikosti a hmotnosti druhů baterií [22]	23
Obr. 19	Vliv odporu na spotřebu energie při jízdě [5]	24
Obr. 20	Srovnání vlastností konstrukčních materiálů [5]	24
Obr. 21	a) tuhá náprava; b) nezávislé zavěšení [23]	25
Obr. 22	a) řízení předními koly; b) řízení celou nápravou [23]	26
Obr. 23	Obr. 42 MUV-e ve složeném a rozloženém stavu [24]	27
Obr. 24	Easy-glider X6 [25]	28
Obr. 25	Urb-e v pojízdné a složené fázi [27]	29
Obr. 26	Stigo v pojízdné a složené fázi [28]	30
Obr. 27	No. 5065 Scooter v pojízdné a složené fázi [29]	31
Obr. 28	Segway [33]	32
Obr. 29	Elektrický skútr – Varianta 1	37
Obr. 30	Varianta 2 – prvotní fáze	38
Obr. 31	Varianta 2-A	39
Obr. 32	Systém skládání u varianty 2-A	39
Obr. 33	Varianta 2-B	40
Obr. 34	Systém skládání u varianty 2-B	41
Obr. 35	Varianta 3 fáze I	42
Obr. 36	Systém skládání varianty 3	42
Obr. 37	Varianta 3 fáze II	43
Obr. 38	Varianta 3 fáze III	43
Obr. 39	Varianta 3 fáze IV	44
Obr. 40	Rozložená a složená finální varianta skútru	45
Obr. 41	Perspektivní pohled na skútr v pojízdné fázi	46
Obr. 42	Tvarové řešení složeného skútru (celkový pohled a detail)	47
Obr. 43	Kompoziční řešení – pohled shora	47
Obr. 44	Kompoziční řešení – pohled zezadu a zepředu	48
Obr. 45	Kompoziční řešení – pohled z boku	49
Obr. 46	Krytování přední nápravy	49

Obr. 47	Detail řidítek	50
Obr. 48	Uložení zadního kola a baterie	51
Obr. 49	Platforma ke stání	51
Obr. 50	Variabilní využití úložného prostoru	52
Obr. 51	Základní rozměry skútru v mm	53
Obr. 52	Umístění komponentů ve vozidle	54
Obr. 53	Rozměry úložného boxu baterie	57
Obr. 54	Uložení řídicí vidlice	58
Obr. 55	Řízení vytáčením řídicí vidlice	58
Obr. 56	Řízení pomocí naklápění kol	59
Obr. 57	Popruh s ráčnou [53]	59
Obr. 58	Mechanismus skládání – krok 1	60
Obr. 59	Mechanismus skládání – krok 2	60
Obr. 60	Mechanismus skládání – krok 3	61
Obr. 61	Nastavitelnost řízení v závislosti na výšce uživatele	62
Obr. 62	Páčka nastavení výšky řidítek	63
Obr. 63	Velikost platformy ve vztahu k velikosti nohy	63
Obr. 64	Rozměry řidítek	64
Obr. 65	Rozměry skútru při tažení za uživatelem	65
Obr. 66	Prostorové možnosti skútru v interiéru	66
Obr. 67	Práce se stojánkem	66
Obr. 68	Konektor nabíjení v otevřeném a zavřeném skútru	67
Obr. 69	Snadné vyjmutí akumulátoru	67
Obr. 70	Ovladače a sdělovače	68
Obr. 71	Osvětlení skútru	69
Obr. 72	Ukázka značky produktu	70
Obr. 73	Aplikace značky na vozidle	71
Obr. 74	Základní barevná varianta	71
Obr. 75	Barevná kombinace 1	72
Obr. 76	Barevná kombinace 2	72
Obr. 77	Skútr ve službách městské policie	73
Obr. 78	Skútr pro rozvoz jídla a poštovní donášku	73

Poznámka: Obrázky, které nejsou označeny citací, jsou původním dílem autora.

SEZNAM PŘÍLOH

- náhledy posterů (4x),
- fotografie modelu,
- postery A1 (4x),
- model 1:3.

NÁHLEDY POSTERŮ





FOTOGRAFIE MODELU

