VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN MĚSTSKÉHO ELEKTROKOLA

DESIGN OF CITY E-BIKE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jakub Růčka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

BRNO 2022

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	**Bc. Jakub Růčka**
Studijní program:	Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor:	Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce:	**doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.**
Akademický rok:	2021/22

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

Design městského elektrokola

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Elektrokola jsou dnes stále populárnější, jelikož mají velmi nízké provozní náklady, minimální požadavky na údržbu a díky bezemisnímu pohonu jsou šetrná k životnímu prostředí. I přes velkou nabídku je zde stále prostor pro inovaci především v oblasti bezpečnosti a komfortu. Vizuálně se od sebe jednotlivé značky příliš neliší a sází na klasické tvarové řešení. Moderní, inovativní a atraktivní design by tedy mohl zvýšit motivaci potenciálních zákazníků k jejich nákupu a ulehčit tak dopravní situaci ve městech.

Typ práce: vývojová – designérská
Výstup práce: aplikovaný výsledek (Fužit, Fprum, Gprot, Gfunk, R)
Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

Cíle diplomové práce:

Hlavním cílem je navrhnout koncept městského elektrokola. Elektrokolo bude vnímáno jako alternativní možnost efektivní přepravy v městském prostředí. Důraz by měl být kladen na atraktivní design a splnění funkčních požadavků.
Dílčí cíle diplomové práce:
– analyzovat současnou produkci,
– navrhnou originální design a technicky progresivní koncepci,
– realizovat fyzický model ve zmenšeném měřítku.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model.
Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 – 50 stran textu bez obrázků).
Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:
http://ustavkonstruovani.cz/texty/magisterske–studium–ukonceni/

Seznam doporučené literatury:

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

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

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

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

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

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

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

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

V Brně, dne

L. S.

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

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Dopravní situace ve městech se každým dnem zhoršuje. Neustále roste počet automobilů, které jeho infrastruktura nezvládá pojmout. Jako téma pro tuto práci byl zvolen design městského elektrokola s cílem analyzovat problematické stránky produktu a prostředí, ve kterém je využíván, a pokusit se je vyřešit. Proto finální design primárně respektuje uživatele a jeho potřeby. Splňuje jednotlivé ergonomické a technické parametry. Vyladění elektrokola do posledních detailů zlepšuje komfort a bezpečnost při jízdě. Díky vhodné integraci světelných prvků přímo do jednotlivých částí elektrokola bylo dosaženo dostatečného množství osvětlení. Elektrokolo umožňuje upozornit na změnu směru jízdy pomocí světelných signálů. Pro elektrokolo byl navržen také úložný prostor, který umožňuje převoz menších předmětů. Tato práce přináší nový pohled na městské elektrokolo. Ukazuje, jak lze přistupovat k jeho jednotlivým částem a pracovat s různými praktickými doplňky. Nastiňuje také, jak by mohlo být elektrokolo propojeno s chytrým telefonem s cílem zpříjemnit uživateli jeho použití.

KLÍČOVÁ SLOVA

městské elektrokolo, mikromobilita, cyklistika, městské prostředí, design

ABSTRACT

The traffic situation in cities is getting worse every day. The number of cars that its infrastructure cannot accommodate is constantly growing. The design of an urban electric bicycle was chosen as the topic for this thesis in order to analyse the problematic aspects of the product and the environment in which it is used and try to solve them. Therefore, the final design primarily respects the user and their needs. It meets the individual ergonomic and technical parameters. The refinement of the e-bike to the last detail improves comfort and safety during riding. Thanks to the appropriate integration of lighting elements directly into the individual parts of the e-bike, a sufficient amount of illumination has been achieved. The e-bike allows its user to use light signals while changing directions. A storage space has also been designed for the e-bike, which allows smaller items to be carried. This thesis brings a new perspective to the urban electric bicycle. It shows how its different parts can be approached and how to work with different practical accessories. It also outlines how an e-bike could be connected to a smartphone in order to make its use more pleasant for the user.

KEYWORDS

urban e-bike, micromobility, cycling, urban environment, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

RŮČKA, Jakub. *Design městského elektrokola* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/140283. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí práce Ladislav Křenek.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce doc. Akad. Soch. Ladislavu Křenkovi, ArtD. za cenné rady a poznatky v průběhu navrhování produktu. Dále bych rád poděkoval svému otci, za trpělivost a poskytnutí spousty obecných informací týkajících se jízdních kol. Díky patří také průmyslovému designerovi Vojtěchu Sojkovi za jeho profesní rady v oblasti designu jízdních kol.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

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

.....

Podpis autora

OBSAH

ZADÁNÍ ZÁVĚREČNÉ PRÁCE 3

ABSTRAKT 5

KLÍČOVÁ SLOVA 5

ABSTRACT 5

KEYWORDS 5

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE 7

PODĚKOVÁNÍ 9

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE 9

OBSAH10

1 ÚVOD 13

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ 15

2.1 Rešeršní metody 15

2.2 Dotazníkové šetření 16

2.2.1 Výzkumná metoda a sběr dat 16

2.2.2 Výsledky 16

2.2.3 Shrnutí 17

2.3 Rešerše na stav techniky 18

2.3.1 Současný stav trhu 18

2.3.2 Inspirativní zástupci 18

2.3.3 Typičtí zástupci 24

2.3.4 Koncepty 27

2.3.5 Technická analýza 33

2.3.6 Legislativní omezení 42

2.4 Shrnutí hlavních zjištění 43

2.5 Identifikace novosti a příležitostí 45

3 CÍLE PRÁCE 46

3.1 Vymezení problému 46

3.1.1 Název a druh produktu 46

3.1.2 Zákazník a spotřebitel 46
3.1.3 Možný trh, cena a použité výrobní technologie 46
3.1.4 Vymezení problému-přehled jednotlivých atributů 47
3.2 Cíle vývoje 48
4 KONCEPČNÍ NÁVRH 49
4.1 Analýza cílů a specifikace omezení 49
4.2 Technická funkční analýza 51
4.3 Návrh alternativních variantních řešení 53
4.3.1 Varianta I 53
4.3.2 Varianta II 54
4.3.3 Varianta III 55
4.3.4 Morfologická analýza 56
4.4 Analýza alternativních řešení a výběr nejlepšího 57
4.4.1 Zhodnocení variant 57
5 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH 59
5.1 Určení tvarů, rozměrů a materiálů 59
5.2 Odhad výrobních nákladů 60
5.2.1 Odhad ceny 60
5.2.2 Předpokládaný objem výroby 60
6 DETAILNÍ NÁVRH 61
6.1 Tvarové řešení 61
6.1.1 Rám 61
6.1.2 Úložný prostor 63
6.1.3 Přední vidlice 65
6.1.4 Ostatní části doplňující tvarové řešení 66
6.2 Konstrukčně technologické řešení, Ergonomie a použité materiály 69
6.2.1 Rozměrové řešení 69
6.2.2 Vnitřní komponenty 70
6.2.3 Ergonomické řešení 74
6.2.4 Použité materiály a technologie 79
6.3 Barevné a grafické řešení 81
6.3.1 Barevné řešení produktu 81
6.3.2 Grafické řešení produktu 84
6.4 Udržitelnost produktu 87

6.5 Hodnocení klíčových parametrů 88

7 ZÁVĚR 89

8 VÝSLEDEK VÝZKUMU PODLE RIV 91

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ 92

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN 96

10.1 Použité zkratky 96

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ 97

12 SEZNAM TABULEK 100

13 SEZNAM PŘÍLOH 101

1 ÚVOD

V dnešní době můžeme sledovat neustálý růst populace měst po celém světě. Jelikož však nemají nekonečnou kapacitu a jejich infrastruktura se nestíhá dostatečně rychle přizpůsobovat či měnit, začíná se projevovat hned několik závažných problémů. Jedním z nich je neustálé zhoršování dopravní situace ve městech a jejich okolí. Velká většina obyvatel vlastní osobní automobil a využívá jej denně pro veškerý transport, jelikož je velmi komfortní a efektivní. Dále města nabízejí alternativní možnost přepravy pomocí městské hromadné dopravy, která může být mnohdy rychlejší, avšak není tak komfortní jako možnost přepravy osobními automobily.

Pokud budeme sledovat dopravní situaci ve městech zjistíme, že se stává v podstatě nekontrolovatelnou, jelikož městská dopravní infrastruktura nedokáže pojmout prudce narůstající množství dopravních prostředků a nelze ji dostatečným způsobem měnit, je tedy jasné že touto cestou daný problém nelze řešit. Nabízí se tedy otázka, jak k této situaci do budoucna přistupovat.

Městská doprava se skládá z velkého množství aspektů. Hlavním a nejpopulárnějším z nich jsou již zmíněné osobní automobily. Jsou považovány za nejkomfortnější a nejrychlejší způsob dopravy, avšak v dnešní době je jejich efektivita diskutabilní. Také silně přispívají ke znečišťování životního prostředí celé planety a zhoršují kvalitu života ve městech. Problémem je velké množství automobilů, ale také jejich mnohdy nesmyslné využívání. Dalším aspektem je pozemní městská hromadná doprava, která je omezována množstvím automobilů a jiných dopravních prostředků, a také u ní často dochází k poklesu efektivity, především v době dopravní špičky. Dále do městské dopravy spadají méně populární dopravní prostředky jako jsou např. motocykly, skútry či jízdní kola. Těm lidé v dnešní době začínají věnovat stále více pozornosti, jelikož se postupně projevuje jejich vysoká efektivita v městském prostředí. Hlavním důvodem, proč je lidé neupřednostňují před ostatními aspekty městské dopravy, je jejich nízký komfort a nedostatečná bezpečnost při jízdě.

Proto se dnes nabízí možnost popularizovat koncept tzv. mikromobility. Jedná se o způsob osobní přepravy po městě na kratší vzdálenosti jako je třeba cesta do práce, školy nebo obchodu pomocí skladných a bezemisních dopravních prostředků jako jsou jízdní kola a koloběžky (včetně těch elektrických) a další malá elektrická vozítka. Cílem je přimět lidi využívat pro kratší vzdálenosti namísto automobilů některé z těchto dopravních prostředků a tím snižovat dopravní zátěž a znečištění ovzduší ve městech a jejich okolí. V dnešní době je tomuto aspektu věnována čím dál větší pozornost. Ve městech lze zaznamenat sdílené i osobní elektrokoloběžky či jízdní kola, které umožňují tuto alternativní možnost přepravy a stávají se velmi populární. Je však nutné brát ohled na problémy, které s sebou tento koncept přináší. Jedním z nich je právě již zmiňovaný komfort, který však lze částečně vylepšit

pomocí elektromobility. Hlavním a mnohem podstatnějším je však bezpečnost při jízdě v hustém městském provozu.

Tato diplomová práce se bude dále zabývat designem osobního městského elektrokola. Jedná se o dopravní prostředek, který je dnes stále populárnější, jelikož má velmi nízké provozní náklady, minimální požadavky na údržbu a díky bezemisnímu pohonu je šetrný k životnímu prostředí. I přes velkou nabídku je zde stále prostor pro inovaci především v oblasti bezpečnosti a komfortu. Vizuálně se od sebe jednotlivé značky příliš neliší a sází na klasické tvarové řešení. Moderní, inovativní a atraktivní design by tedy mohl zvýšit motivaci potenciálních zákazníků k jejich nákupu a použití, čímž by také pomohl ulehčit dopravní situaci ve městech.

Hlavním cílem práce je navrhnout inovativní a progresivní koncept, který bude využívat aktuální technologické trendy a nebude v rozporu s legislativou. K elektrokolu bude přistupováno jako k alternativní možnosti přepravy v městském prostředí. Budou respektovány a splněny veškeré potřeby cílové skupiny. Předpokládá se, že do ní spadají lidé ve věku cca. 20-50 let žijící ve městech a přilehlých oblastech, kteří hledají alternativní možnost přepravy v městském prostředí. Finální design by měl být tedy hlavně praktický. Uživateli by měl nabídnout co největší komfort při jízdě a zároveň zajistit maximální možnou bezpečnost. Na rozdíl od ostatních dopravních prostředků postrádá jízdní kolo úložný prostor, proto by bylo vhodné se pokusit tento problém vyřešit a umožnit uživateli pohodlný převoz menších předmětů a zavazadel.

S příchodem elektrifikace jízdních kol nedošlo k žádným zásadním změnám v tvarovém řešení. Rámy se pouze tvarově přizpůsobují bateriím, aby je bylo možné umístit na některou jejich část nebo uschovat uvnitř. Elektromotory jsou většinou umístěny ve středu předního či zadního kola nebo ve středu rámu. Tyto konstrukční řešení se negativně projevují na vzhledu elektrokol, které poté působí poněkud nahodile. Jelikož elektrokolo přináší progresivní technickou změnu, zasloužilo by si také vlastní tvarové řešení, které bude tuto inovaci vizuálně podporovat. Proto bude opuštěno od klasického svařovaného rámu jízdních kol. Rám bude navržen tak aby byl v souladu s veškerými komponenty, vizuálně podtrhl trend elektrifikace a zároveň podpořil praktickou stránku produktu. Tvarové řešení bude jednoduché, kompaktní a dynamické.

Finální návrh bude respektovat životní prostředí, zlepšovat kvalitu života ve městě a podílet se na odlehčení dopravní situace. Dále bude popularizovat koncept mikromobility a nabídne lidem efektivní, praktický, komfortní a bezpečný dopravní prostředek vhodný pro přepravu ve městě ale také k rekreaci v jeho okolí.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Rešeršní metody

Před detailní rešerší současné nabídky produktu na trhu bylo nutné formulovat předběžné cíle, kterých by mělo či mohlo být dosaženo. Pro provedení rešerše bylo nutné specifikovat vhodná klíčová slova, které usnadnily nalezení vhodných zdrojů: „urban e-bike; městské elektrokolo“, „micromobility; mikromobilita“, „urban environment; městské prostředí“, „design, ergonomics; design, ergonomie“, „cyklistika; cycling“

Jelikož se jedná o spotřební produkt, kterému je dnes věnována velká pozornost, bylo díky použití klíčových slov nalezeno velké množství současně nabízených produktů a konceptů. Rešerše byla následně rozdělena na tři části. První kategorií jsou produkty od menších výrobců, kteří mají na trhu silnou pozici, i přes vyšší pořizovací cenu. Na rozdíl od druhé kategorie ukazují, že městské elektrokolo může být praktické a zároveň vkusné, a proto se nimi bude tato práce dále inspirovat. Druhá z nich se soustředí na sdílená elektrokola a jim podobná městské elektrokola od velkovýrobců. Většinou se jedná o praktické levné varianty, které to dávají jasně najevo svým vzhledem. Je vhodné je zmínit, protože jsou definicí směru, kterým se tato práce nebude vyvíjet. Do třetí kategorie spadají koncepty automobilových společností a jiné zajímavé řešení. Ve velké většině se jednalo o zdroje ve formě elektronických firemních katalogů (e-shopů), článků či publikací. Dále byly využity zdroje pro identifikaci problémů a omezení, které jsou pro elektrokolo stěžejní. Převážně se jednalo o evropské normy a různé informační weby. Na závěr byly analyzovány zdroje týkající se různých koncepčních řešení. Ty byly následně posuzovány, jestli by pro tuto práci mohli být přínosné a finální návrh nějakým způsobem posunout ať už po stránce technologické či konstrukční. Zdroje byly převážně cizojazyčné a většina z nich pocházela ze zemí, ve kterých jsou obecně jízdní kola velmi populárním dopravním prostředkem (Belgie, Nizozemsko, Skandinávie).

Důležitou rešeršní metodou bylo vytvoření dotazníkového šetření, které napomohlo k vyprofilování cílové skupiny, jejích problémů a potřeb při používání jízdního kola pro dopravu ve městě.

2.2 Dotazníkové šetření

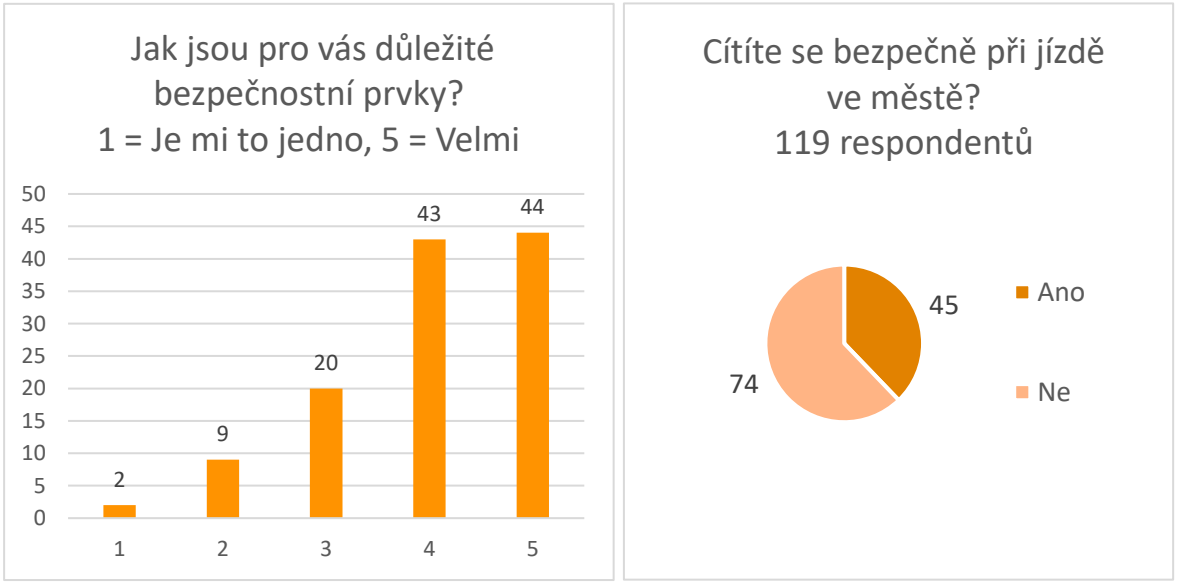
2.2.1 Výzkumná metoda a sběr dat

Jako výzkumná metoda bylo zvoleno dotazníkové šetření, protože jízdní kolo je běžně používaný produkt a má s ním zkušenost široká veřejnost.

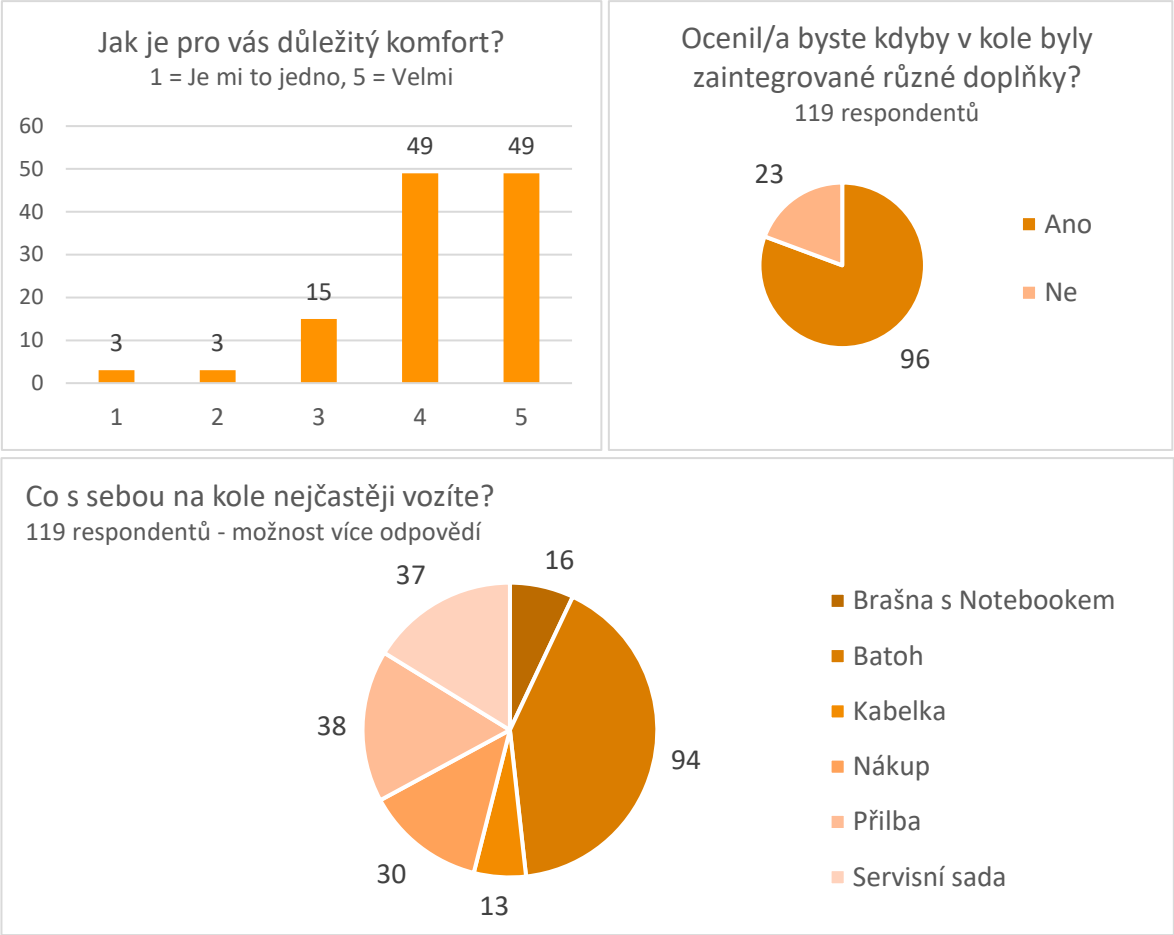
- Dotazníkové šetření – Pro vytvoření dotazníku byla zvolena platforma Google Forms, která je velmi jednoduchá na použití a lze ji jednoduše rozšířit po internetu. Pro šíření dotazníku byly využity sociální sítě Instagram a Facebook. Dotazník byl rozdělen do dvou větví tak aby cílil na pravidelné cyklisty ale také osoby, které na kole z různých důvodů nejezdí. Byla vytvořena Česká a Anglická varianta s cílem získat alespoň pár mezinárodních respondentů. Celkem bylo získáno 170 respondentů, z toho 147 vyplnilo českou verzi a 23 tu anglickou. Celkový počet respondentů se dále dělil na 119 pravidelných cyklistu a 51 ne-cyklistů.

2.2.2 Výsledky

Níže můžete vidět některé zajímavé poznatky, získané dotazníkovým šetřením formou grafů poskytnutých platformou Google Forms.



Obr. 2-1 Výsledné odpovědi týkající se bezpečnosti při jízdě



Obr. 2- 2 Výsledné odpovědi týkající se komfortu a funkce

2.2.3 Shrnutí

Ze 170 respondentů uvedlo 51 z nich, že na kole nejezdí vůbec. Předpokládalo se, že i lidé, kteří na kole nejezdí, mohou přinést cenné poznatky. Většina z respondentů preferuje jiný dopravní prostředek, a to hlavně z důvodu většího komfortu a bezpečnosti. Na základě získaných odpovědí je však zjevné, že přesvědčit tuto skupinu lidí ke změně je v podstatě nemožné. Proto bude lepší soustředit se na potřeby těch, kteří už kolo využívají a snažit se vyhovět jejich potřebám.

119 respondentů uvedlo, že kolo využívají minimálně několikrát za měsíc. Z dotazníku však vyplývá, že je každodenních uživatelů je velmi málo. Na základě získaných dat bylo zjištěno, že zhruba 50 % dotazovaných vyžaduje praktičnost a funkčnost společně s atraktivním vzhledem kola. Zhruba polovina vyžaduje na kole úložný prostor a většinou se shodují i na tom co s sebou nejčastěji vozí.

Velká většina respondentů se shoduje na tom, že se na kole necítí bezpečně, především v hustém městském provozu a ocenili by chytře řešené bezpečnostní prvky (blinkry, světla, senzory, brzdy) a jejich integraci do rámu kola. Z dobrovolných odpovědí na závěr bylo

zjištěno, že je velkým problémem také zabezpečení kola proti krádeži, které běžné doplňky (zámek, řetěz) nedokáží většinou zabránit.

Komfort se jeví také jako důležitý aspekt. Většina respondentů uvedla že na kole vyžaduje blatníky či jinou ochranu proti ušpinění. Vyhřívání sedla a rukojetí preferuje zhruba polovina dotazovaných, z dobrovolných odpovědí je však zájem spíše o vyhřívané sedlo. Velký zájem je o integraci doplňků přímo do kola, aby nebylo nutné je následně dokupovat zvlášť.

Překvapivý je zájem o možnost propojení elektrokola s mobilní aplikací, která by uživateli sdělovala různé informace o jízdě, zabezpečení, stavu baterie atd.

2.3 Rešerše na stav techniky

2.3.1 Současný stav trhu

Elektrická kola jsou dnes velkým trendem a existuje velké množství výrobců po celém světě, přičemž 90 % světové produkce připadá Číně.

Aktuální nabídka městských elektrokol je velmi pestrá. Pořizovací cena elektrokola může být různá, a dala by se rozdělit na nízkou, střední a vysokou cenovou kategorii. Cena kola se zásadně podepisuje na jeho designovém pojetí, použitých materiálech a jeho celkové kvalitě. Záleží tedy na kupujícím, kolik je ochoten do elektrokola investovat, jaké jsou jeho požadavky.

Na základě průzkumu trhu byly vybráni typičtí současní zástupci městských elektrokol a následně rozděleni na již zmiňované tři části.

2.3.2 Inspirativní zástupci

Vanmoof S3 a X3

Jedná se o městské elektrokolo vyráběné holandskou stejnojmennou společností Vanmoof. Společnost se snažila vytvořit elektrokolo s jediným cílem, a to umožnit se po městě přepravovat rychle, chytře a co nejvíc efektivně. Mezi jejich silné stránky patří především rychlá inovace a nekonvenční řešení. Díky tomu jsou držiteli prestižního ocenění Red Dot. Jejich kola jsou velmi populární, společnost uvádí až 120 000 spokojených zákazníků po celém světě. [1]

Modely S3 a X3 vsází na jednoduchý design a kompaktní tvarování rámu. U modelu S3 je silně znatelná inspirace pánským holandským retro kolem, které se zde používá už řadu let. Velmi zajímavým prvkem je také fakt že kolo je vybaveno všemi základními doplňky jako je sedlo, stojan, přední či zadní nosič a osvětlení. Ty jsou navrženy tak aby byly tvarově a

vizuálně kompaktní s rámem kola a nedochází tedy k narušení celkového vzhledu. Nabízejí matnou tmavě šedou a světle modrou variantu. Jedná se o neutrální, avšak velmi důstojné barevné řešení, které je navíc vhodné pro městské prostředí. [2][3]

Obr. 2- 3 Vanmoof S3 (vlevo) a X3 (vpravo) [4]

Jsou vybaveny elektromotorem ve středovém náboji předního kola s výkonem 250-350 W, který je velmi tichý i při maximální rychlosti 25 km/h. Využívají automatickou elektrickou převodovku se čtyřmi rychlostními stupni, kterou si společnost sama vyrábí. Pro napájení je využívána inteligentní kazeta umístění v rámu, která má kapacitu 504 Wh a umožňuje dojezd mezi 60-150 km. Řídí také všechny palubní systémy a zpracovává zpětnou vazbu motoru v reálném čase a tím zajišťuje maximální dosah a citlivost motoru. technickou inovací je chytrá ochrana proti krádeži. Při neoprávněném použití se okamžitě aktivuje brzdový zámek obou kol, spustí se alarm a majitel je upozorněn pomocí mobilní aplikace, která navíc začne sdílet polohu kde se elektrokolo právě nachází. Dále je elektrokolo vybaveno systémem hydraulických brzd a řídítky a jednoduchým systémem LED osvětlení, které slouží jako display pro zobrazování základních informací. [2][3]

Variant S3 je určena pro osoby s výškou v rozmezí 170-210 cm s průměrem kol 28’’. Varianty X3 nabízí odlišnou, na první pohled spíše dámskou, konstrukci rámu. Je určena pro osoby s výškou 155-200 cm a je vybavena koly o průměru 24’’. Díky tomu nabízí jednodušší ovladatelnost. I přes odlišné tvarováni jsou oba rámy označovány jako unisex a je tedy pouze na uživateli jaké tvarování preferuje. Hmotnost obou variant je 19 kg. Toto jsou jediné parametry, ve kterých se varianty odlišují, jinak je jejich vybavení naprosto totožné.

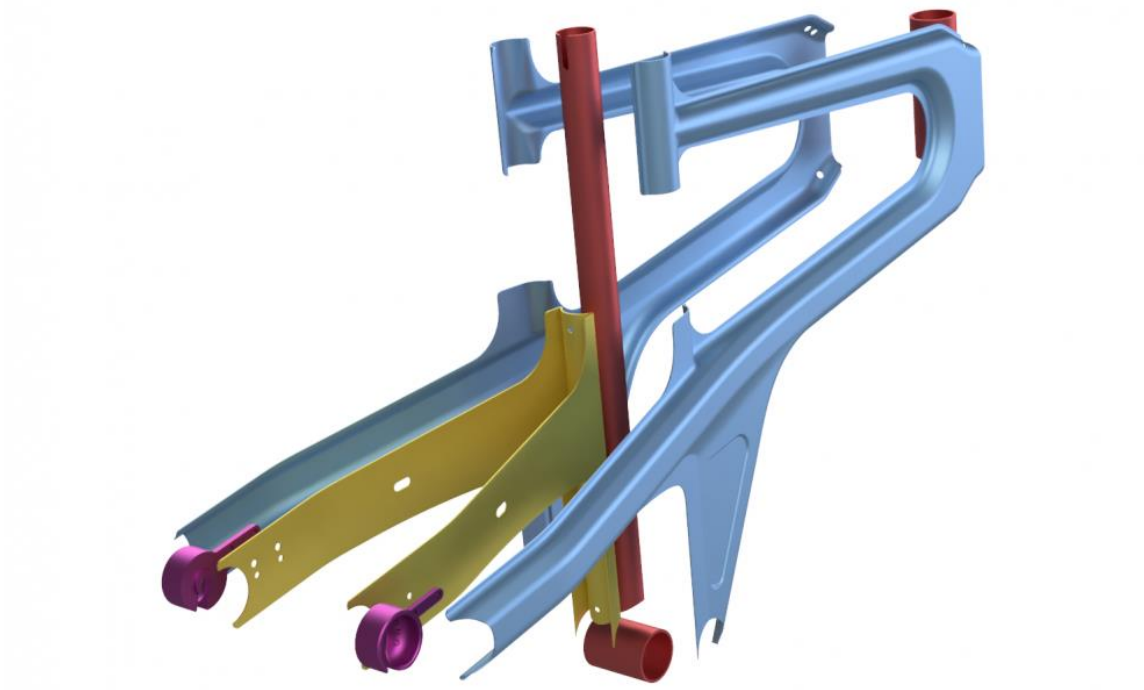
Obr. 2- 4 Automatická elektrická převodovka Vanmoof [5]

Cena těchto kol se pohybuje kolem 2 000 euro za kus, spadají tedy do střední cenové kategorie. Společnost však nabízí i možnost pronájmu elektrokola, konkrétně za cenu 79 euro/měsíc. [2][3]

Mokumono Delta S

Elektrokolo mokumono vychází z úspěšného kickstarter projektu. Stejnojmenná holandská společnost byla založena v roce 2016 s jasným cílem soustředit co největší část výroby právě v Holandsku a dokázat tak, že výroba v Evropě je stále možná. Vytvořili vlastní unikátní automatizovaný výrobní proces rámu kol. Ten spočívá ve vylisování dvou zrcadlených hliníkových částí, které jsou pak spojeny s ostatními komponenty do finální konstrukce rámu pomocí vysoce přesného svařovacího laserového robota. [6]

Obr. 2- 5 Výrobna mokumono [9]



Obr. 2- 6 Kompletace rámu Mokumono Delta S [8]

Zakládají si na transparentnosti jejich zdrojů a produkce. Snaží se využívat převážně evropské dodavatele. Některé komponenty jsou však vyráběny pouze v Asii a není tedy jiná možnost. Přesto se však firma snaží přijít s vlastní výrobou těchto komponentů a v budoucnu tak vyrobit kolo, které bude kompletně vyprodukováno v Evropě. [6]

Přestože se jedná o městské elektrokolo působí jeho tvarové řešení dynamicky a spíše připomíná horské kolo. Hlavní část rámu je tvořena z jednoho kusu a je zde znatelný tok materiálu což je velmi zajímavý designový prvek. Tvarové řešení je velmi čisté, nekomplikované a vzbuzuje robustní dojem. Přesto však kolo působí obratně a odlehčeně. To umožňuje i nízká hmotnost kola, která je pouhých 14,5 kg. Výhodou je možnost přidat nad zadní kolo nosič pro upevnění košíku což je u městského kola rozhodně praktický doplněk, který však může hrát roli rušivého elementu po stránce vzhledu. [7]

Elektromotor je umístěn ve středu zadního kola. V kombinaci s jedním převodovým stupněm dokonale odpovídá úrovní asistence rychlosti, kterou potřebujete v dané situaci. Asistence je přirozená a intuitivní díky senzoru točivého momentu ve spodní konzoli. Zajímavým technickým prvkem je využití karbonového řemenu Gates pro pohonný systém, který je lehký, čistotný a bezúdržbový.

Baterie je umístěna pod středovým nábojem. Má dojezd pouze 60 km aby bylo možné udržet celkovou hmotnost co nejnižší. Díky nízké hmotnosti je kolo pohodlně použitelné i bez asistence motoru. Vysoce kvalitní sedlo a řídítka Německé výroby mají částečně integrovaná světla. Elektrokolo je také vybaveno hydraulickým systémem kotoučových brzd Magura. Vyrábí se ve třech velikostech S (165-175), M (175-185) a L (185-195). [7]

Pořizovací cena je 3 000 euro což je pochopitelné při využití unikátních výrobních technologií a také ideologii této společnosti. Tím toto elektrokolo spadá tedy do vysoké cenové kategorie.

Obr. 2- 7 Mokumono Delta S [10]

Braasi Bike

Velmi zajímavé pojetí městského elektrokola pochází od české značky Braasi Industry. Je navrženo pro stylovou mobilitu po městě, ale lze na něm vyjet také do přírody. Jedná se o hybridní ztělesnění městského BMX a výletního trekingového kola. Řídítka z anglické produkce Renthal, volba malého průměru ráfku a specifického profilu či tloušťka plášťů jasně odkazují na styl BMX. V kombinaci s atypicky dlouhou sedlovkou a vidlicí však umožňují vzpřímený posed a komfortní protažení nohou při šlapání. [11][12][13]

Elektrokolo působí velmi minimalisticky. Má velmi jednoduše a čistě tvarovaný rám, který propojuje jednotlivé komponenty a díky tomu vše působí kompaktním dojmem. To vše je podpořeno decentní barevností. I přes malé rozměry kola jsou však zachovány všechny nezbytné ergonomické požadavky. Další výhodou tohoto rozměrového řešení je velmi obratné ovládání kol, což je v daném prostředí rozhodně velké plus, dále také nízká hmotnost a jednoduché uskladnění.

Rám je komponován ze zeslabovaných ocelových trubek anglického výrobce Reynolds Technology. Následně jsou svařovány metodou TIG, která umožňuje precizní vyvedení přiznaných svarů. Tyto trubky umožňují atypické tvarování rámu, odlehčení kola, mají vysokou pevnost a také utlumují vibrace při jízdě.

Elektromotor je umístěn ve středovém náboji což také značně napomáhá jednoduché ovladatelnosti. Kolo je také vybaveno karbonovým pohonným řemenem. Nevýhodou je absence malého nákladního prostoru či možnost jej ke kolu přidat. [11][12][13]

Obr. 2- 8 Braasi Bike [12]

Toto elektrokolo je inspirativní právě tím, že vybočuje z řady klasických městských kol a přináší zajímavé tvarové řešení. Na první pohled jasnou cílovou skupinu, kterou jsou převážně mladí lidé či milovníci BMX, kteří hledají podobné tvarové řešení, avšak s možností efektivnější dopravy, kterou klasické kolo BMX neumožňuje. Je vyráběno pouze na objednávku což se podepisuje na jeho ceně, která je 89 000,- Kč.

Obr. 2- 9 Kompaktnější konstrukční řešení splňující ergonomické parametry [13]

2.3.3 Typičtí zástupci

Winora City

Jedná se o předního německého výrobce. Vyznačuje se použitím velmi kvalitních komponentů světových značek, zárukou kvality a představuje špičku v evropské produkci elektrokol. V sortimentu tohoto výrobce najdeme kola typu cross, trekking, MTB a také city.

Obr. 2- 10 Winora Sinus Tria N8 [14]

Všechny modely City se vyznačují typickým rámem s nízkým nástupem. Takové tvarové řešení má zásadní vliv na design a celkový vzhled kola. Rám působí příliš mohutně i přes značnou redukci konstrukce. Volba umístění baterie za či před sedlovou trubku navíc podporuje nekompaktní vzhled a narušuje tak celkové vzezření. Přestože je kolo určeno jako unisex oslovují spíše ženy z důvodů dámského tvarového pojetí. Barevné řešení těchto modelů je naopak pojato jednoduše a důstojně čímž ideálně zapadá do městského prostředí. Výhodou je také nosič umístěný nad zadním kolem, který umožňuje přepravu menšího nákladu. [15]

Elektrokolo je vybaveno Středovým elektromotorem značky Bosch, který podporuje jednoduchou ovladatelnost a stabilitu. Je zde použita mechanická převodovka o 8 stupních. Rám a ostatní komponenty jsou vyrobeny z duralu. Kolo je dostupné ve velikostech 18", 19,5" a 21,5". Baterie Bosch Powerpack má kapacitu 400 Wh. Celkový hmotnost těchto modelů se pohybuje kolem 24 kg což je více než u předešlých zástupců. [15]

Cena za model sima N8 je skoro 64 000,- Kč. Na první pohled je zjevné že cílovou skupinou mají být spíše senioři či lidé, kteří mají potíže s jízdou na kole s vysokým nástupem. Pokud však porovnáme výbavu a vzhled těchto kol s podobným řešením značky Vanmoof X3 a jeho cenou zjistíme, že tyto modely nejsou tak inovativní, jak výrobce uvádí.

Crussis E-city 1.11

Jedná se o produkt české značky Crussis, která je dnes jedním z předních výrobců v Evropě. Jejich městské elektrokolo bylo vybráno z jednoho prostého důvodu, a to je pořizovací cena. Ta se pohybuje kolem 35 000,- Kč čímž z nich dělá jedny z nejlevnějších na trhu. Jejich kola jsou vyráběna převážně v České republice tudíž nejsou závislý na východní výrobě. [16]

Obr. 2- 11 Crussis e-City 1.15 S [17]

Jejich nejlevnějším městským modelem je právě e-City 1.15 S, které lze vidět na obrázku výše. Jeho pořizovací cena je 36 990,- Kč. Po vzhledové stránce se v podstatě nijak neliší od ostatních městských modelů této značky. Rám je vždy konstruován tak aby umožnoval nízký nástup, stejně jako je tomu u již zmiňované značky Winora. V tomto případě se však jedná o silně nekompaktní tvarové řešení. Jednotlivé části rámu vůči sobě působí až příliš kontrastně. Pravděpodobně za to může nízká pořizovací cena. Cílovou skupinou jsou senioři či lidé se zdravotními problémy, kteří rozhodně ocení konstrukci tohoto elektrokola.

Rám kola je vyráběn z duralu ve velikostech 17" a 19" a je v něm plně integrovaná Li-Ion baterie umožňující dojezd 140 km. Umístění baterie podporuje stabilitu při jízdě. V náboji zadního kola je umístěn elektromotor značky Bafang s podporou pětistupňové asistence. Tu

lze ovládat pomocí LED panelu umístěném na řídítkách, který zobrazuje stupeň výpomoci elektromotoru a stav baterie. Je zde využita odpružená přední vidlic, která redukuje vibraci a umožňuje tak větší komfort při jízdě. Součásti výbavy je přední i zadní osvětlení, blatníky a také nosič. [17]

Po stránce barevného řešení jsou městská elektrokola Crussis v dnešní době již mnohem vkusnější, než tomu bylo v minulosti. Vsázejí na kombinaci tmavě či světle šedé spolu s pastelovými odstíny různých barev, které spolu dobře fungují. Hlavním problémem je však masivní logo po celé délce rámu. Jedná se o nemoderní grafické řešení, které však z nějakého důvodu stále přetrvává, a to i u jiných velkých výrobců jízdních kol.

Shrnutí

Výše zmínění zástupci této kategorie přesně vystihují typické městské elektrokolo, které není široké veřejnosti cizí. Na základě rešerše se jevilo zbytečné v této kategorii uvádět více zástupců, jelikož se současně nabízené produkty od různých výrobců téměř neliší. Po stránce konstrukce se většinou jedná o rámy s nízkým nástupem či podobné geometrie v pánském provedení doplněné o horní rámovou trubku. I přesto že se jedná o elektrokola snaží se jejich tvůrci tento fakt většinou zamaskovat. Výsledkem je tedy zpravidla konstrukce, která se snaží tvářit jako klasické jízdní kolo. Jednotlivé komponenty potom působí dojmem, že jsou zde umístěny pouze z důvodů funkce a nejsou v souladu s tvarovým řešením ostatních částí kola. Nepochybně se jedná o praktická elektrokola, které obstojně splňují potřeby jejich uživatelů v městském prostředí, nicméně tato práce se vůči nim vymezí, jelikož cílem je přijít s kompaktním tvarovým řešením, které bude přizpůsobeno elektrifikační soupravě a tuto technologii reprezentovat.

Obr. 2- 12 Pánské městské elektrokolo Apache Matto Tour E5 [18]

2.3.4 Koncepty

Denny Bike

Jedná se koncept od Amerického studia designu Teague. Zaměřují se na tvorbu nových produktů a služeb s cílem propojit člověka s technologií tím nejefektivnějším možným způsobem. Jejich bohaté zkušenosti a schopnost toho docílit potvrzují jejich klienti, mezi které patří třeba Microsoft, Boeing, Hyundai, Google a další. Z jejich klientely je také zřejmé že se zabývají širokou škálou odvětví.

Jedním z nich je právě automotiv a problém s ním úzce spojený, neustálé zhoršování dopravní situace ve městech. To je přivedlo k myšlence vytvořit koncept městského elektrokola Denny Bike, který bude podporovat budoucí alternativu městské dopravy tzv. mikromobilitu. V roce 2014 začali pracovat s myšlenkou, jak změnit celkový vzhled kola a přizpůsobit jej infrastruktuře městské dopravy tak aby bylo bezpečné pro uživatele, eliminovalo problémy spojené s městským prostředím. [19][20]

Obr. 2- 13 Denny Bike [21]

Na těchto základních podmínkách vznikl velmi minimalistický produkt, který využívá jednoduché, čisté a kompaktní tvarování, které je primárně definováno středovou trubkou, která vybíhá ze jeho středu a končí v nosiči nad předním kolem. Velmi zajímavým tvarovým prvkem jsou řídítka, lze je totiž použít jako bezpečnostní zámek. Pomocí klíče je lze úplně uvolnit z konstrukce, rozpojit a následné jimi kolo uzamknout v městském stojanu. Pro rychlé uzamknutí např. k zábradlí lze pouze uvolnit určitou část a není nutné sundávat celá řídítka.

Kolo je vybaveno nosičem nad předním kolem, který slouží také jako umístění pro odnímatelnou baterii. Nosič má také integrované bezpečnostní osvětlení, konkrétně přední denní a noční světlo společně s blinkry na obou stranách. Díky tomu může cyklista signalizovat směr jízdy a jízda v městském provozu se tak stává bezpečnější.

Obr. 2- 14 Praktické prvky tohoto konceptu [22]

Světla se automaticky aktivují při startu a po dvouminutové nečinnosti se sami deaktivují. Nosič je konstruován tak aby se dal využívat pro různé typy nákladu. Elektromotor je umístěn v náboji předního kola.

Dále je zde použita automatická převodovka s jedenácti stupni asistence, a to z důvodů pohodlného použití také v kopcovitých městech jako je San Francisco či Seattle. Kolo je vybaveno karbonovým pohonným řemenem, který je jednoduchý na údržbu.

I přes velkou popularitu a zájem investorů nebyla produkce tohoto konceptu nikdy realizována. Přesto je však tento pohled na věc velmi inspirativní ať už je to myšlenka víceúčelové využití některých částí či multifunkční nosič. [20]

Obr. 2- 15 Řídítka sloužící také jako zámek pro kolo [22]

BMW i Vision AMBY

Jedná se o vizi společností BMW group, která byla poprvé prezentován veřejnosti na Mnichovském expu v roce 2021. Stejně jako u ostatních zmiňovaných zástupců se jedná o elektrokolo typu pedelec, takže elektromotor slouží pouze jako asistence pohonu. Nicméně v tomto případě se jedná o trochu modifikovanou verzi.

Elektrokolo pomocí GPS automaticky mění mezi jedním ze třech režimů na základě prostředí, ve kterém se zrovna nachází, a tím umožňuje různé stupně asistence elektromotoru. Pro město je zde první režim, který umožňuje motoru asistovat pohonu pouze do 25 km/h. Pro rekreaci a využití přilehlých cyklostezek kolo aktivuje režim umožňující využití až 45 km/h. Poslední režim je určený pro náročnější terén a sportovnější využití mimo město s možnou asistencí až 60 km/h. Díky těmto režimům může být elektrokolo využíváno multifunkčně. [23]

Obr. 2- 16 Elektrokolo i Vision AMBY [23]

Z toho vyplývá také konstrukční řešení. Rám na první pohled působí sportovním, odlehčeným, ale stále robustním dojmem. Jsou zde využity různé designové prvky jako sražené hrany a ostré prolisy, které jsou typické pro automotive design. Důležitou roli zde hrají také baterie a elektromotor. Aby mohlo kolo splňovat požadovanou funkci musí být vybaveno baterií s velkým dojezdem což se značně podepisuje na jejích rozměrech a hmotnosti. Je umístěna ve středu rámu kompletně přiznáno což z ní dělá vizuální dominantní prvek elektrokola. Ač je tento design na první pohled zajímavý je otázkou, zda by takto konstruované elektrokolo bylo uživatelsky přijatelné po stránce komfortu a použití.

Pozornost si zaslouží snaha obohatit elektrokolo o úložný prostor. Horní část rámu je rozdělena na dvě větve, a tvůrci uvádějí že je pak možno tento nově vzniklý prostor využít

pro umístění batohu či jiného menšího zavazadla. Znovu je nutné se ptát, zda by bylo opravdu možné tento prostor takto využít, jelikož jeho rozměry tomu na první pohled spíše neodpovídají. Nicméně to ukazuje novou cestu, jak se dá s rámem kola pracovat.

Obr. 2- 17 Vnitřní prostor pro menší zavazadlo [23]

Za zmínku stojí také mobilní aplikace, která v kombinaci s chytrým telefonem slouží jako „klíč“ k elektrokolu. Po umístění do držáku v oblasti řídítek dojde k jeho aktivaci. Následně pak mobilní telefon slouží jako hlavní displej, pomocí kterého má cyklista přehled o dojezdu, asistenci pohonu a může jej využívat také pro navigaci. [23]

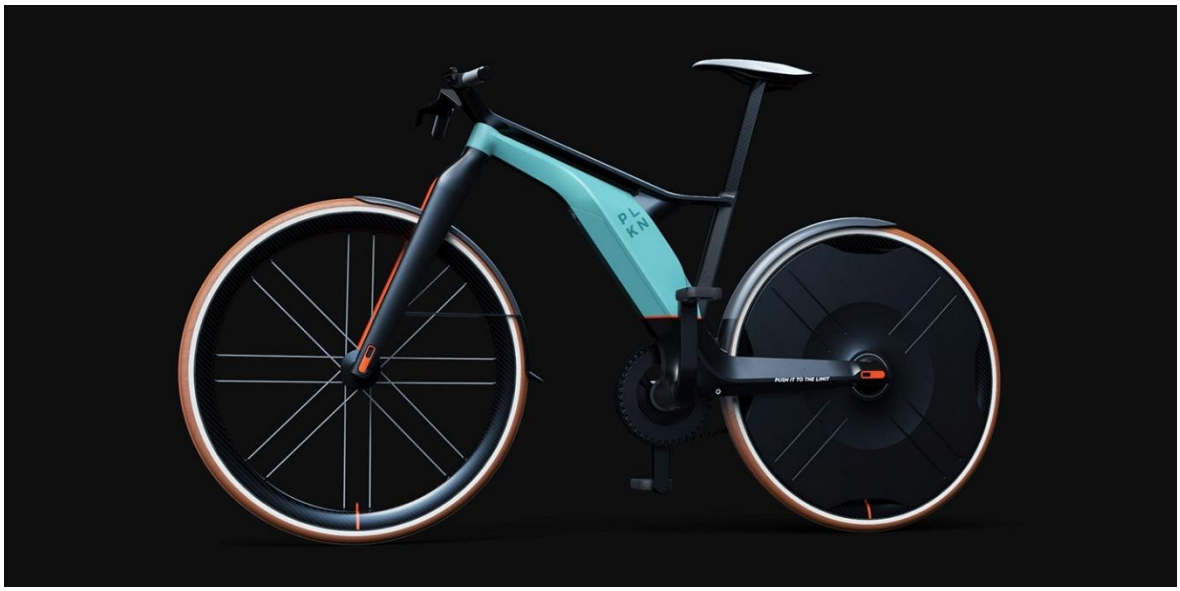
Po stránce barevného a grafického řešení je elektrokol velmi vkusné a skvěle se hodí do městského prostředí. Díky zvolené tmavě šedé barvě pro sedlovou trubku a vidlici nepřitahují tyto části příliš pozornosti, a tak rám, tónovaný do zlatého odstínu, získává veškerou pozornost. Baterie je potisknuta grafickým vzorem, který se snaží vizuálně tuto hmotu ve středu rámu odlehčit a zároveň lépe propojit s rámem kola.

Jak už bývá u automobilového designu zvykem je kolo dopracované do posledních detailů, které jsou zpracovány velmi precizně. Jelikož tento koncept přichází z kompletně odlišného prostředí vzbuzuje spoustu otázek ze strany designerů jízdních kol. Nicméně však také přináší nový pohled na tento produkt a může sloužit jako solidní zdroj inspirace.

Pelikan

Za tímto konceptem stojí mladý průmyslový designer Fabian Breës. Jeho cílem bylo vytvořit elektrokolo, které se nebude snažit tvářit jako klasické jízdní kolo, ale naopak využije baterii a elektromotor jako hlavni vizuální prvky. [24]

Geometrie tvarového řešení je velmi jednoduchá. V podstatě se jedná o jedno hlavní těleso, které běží od hlavové trubky až po střed zadního kola a propojuje tak jednotlivé části elektrokola společně s komponenty elektrifikační soupravy. V horní části je rám posilněn profile, který propojuje sedlovou trubku se řídítky. Zajímavým vizuálním prvkem je propojení elektromotoru se zadním kolem, který nahrazuje výplet.



Obr. 2- 18 Koncept Pelikan [24]

Aby bylo elektrokolo možné využívat pro různé účely byl kladen důraz na modulární řešení. Uživatel by si tak mohl k elektrokolu dokoupit různé doplňky a přizpůsobovat si jej svým aktuálním potřebám. Ku příkladu by bylo možné zvolit, jak výkonný bude elektromotor v zadním kole nebo třeba posílit dojezd baterie přídavnou baterií a vytvářet tak různé kombinace těchto komponentů. [24]

Jelikož se jedná o koncept, pro který nebyl vytvořen žádný funkční prototyp nelze s jistotu říct, zda by mohl fungovat nicméně na rozdíl od jiných konceptů se tento jeví jako uvěřitelný a přináší některé opravdu zajímavé myšlenky, jak do budoucna k elektrokolům přistupovat. Sám autor uvádí, že se nesnaží kritizovat současné tvarové řešení elektrokol, pouze nesouhlasí s filozofií snažit se elektrokolo co nejvíce vzhledově přiblížit klasickému jízdnímu kolu. Proto navrhl toto alternativní řešení, které se snaží dát elektrokolu vlastní vizuální styl. Díky inovativnosti tohoto návrhu by si jím tato práce mohla inspirovat a vyvíjet se podobným směrem.

Obr. 2- 20 Schéma možných konfigurací [24]

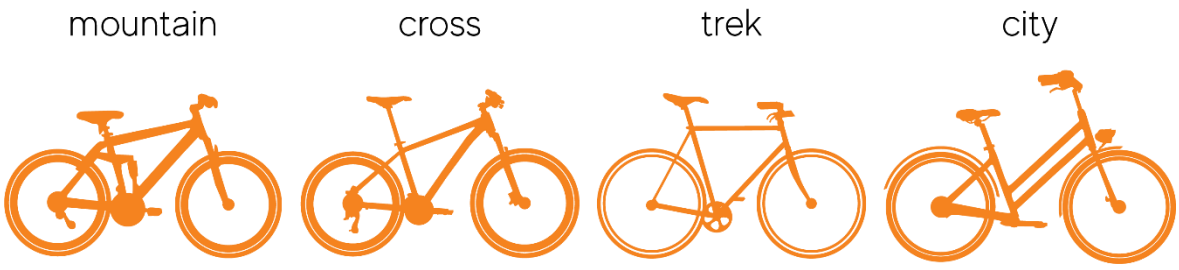
Obr. 2- 19 Možný vývoj konceptu do budoucna [24]

Na závěr je vhodné také zmínit barevné řešení tohoto produktu. Hlavní barevný prvek je vždycky rám, aby byl středem pozornosti. Ostatní části jsou pak laděny do tmavých odstínů, čímž umožňují rámu vyniknout. Určité detaily či funkční části jsou pak zvýrazněny oranžovou barvou. Jednotlivé barvy jsou voleny vkusně, podporují tvarové řešení a výsledný design tak dává smysl.

2.3.5 Technická analýza

Základní rozdělení podle kategorie a typu použití

Elektrokola rozdělujeme do dvou kategorií podle typu pohonu. Kola kategorie „Pedelec“ si zachovávají pohon šlapáním, mají tedy vždy pedály a elektropohon slouží pouze jako asistenční prvek. Čím intenzivněji cyklista šlape tím větší výkon z elektromotoru dostává. Tento název je odvozen od spojení anglických slov „Pedal + Electro + Cycle“. Tento typ je nejrozšířenější především v Evropě, jelikož je v souladu s legislativním omezením.



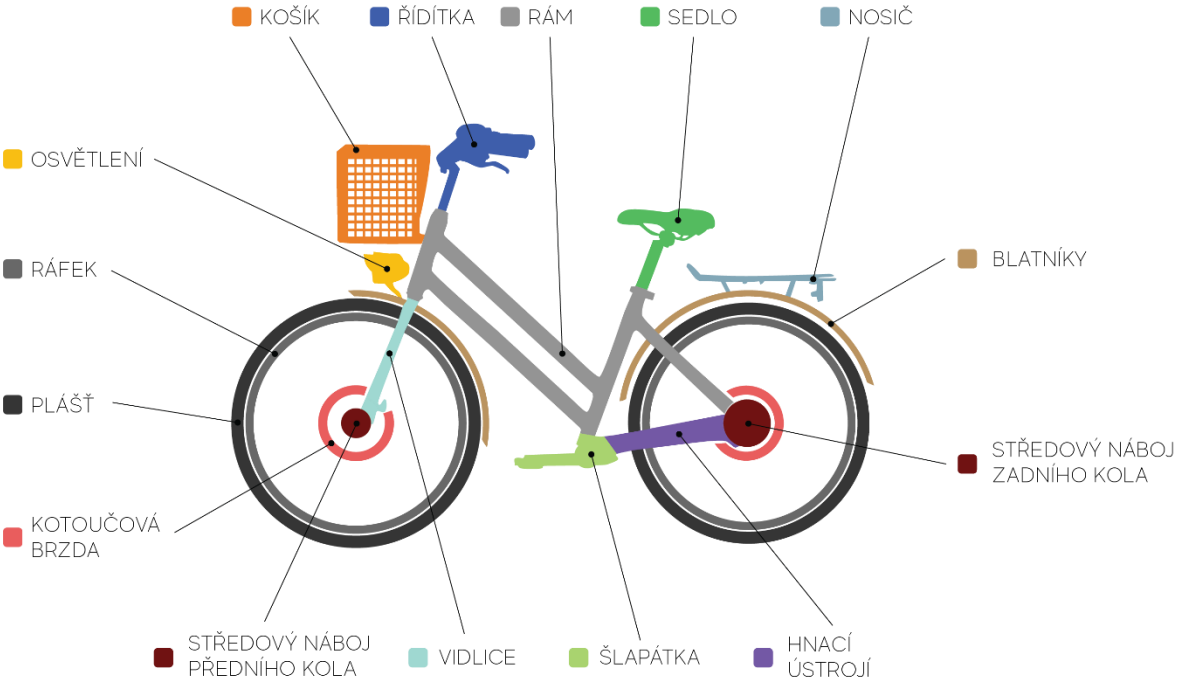
Obr. 2- 21 Základní rozdělení elektrokol

Druhá kategorie „E-bike“ si sice zachovává pohon šlapáním, které je zde však pouze nouzovým řešením, podobně jako je tomu u mopedů se spalovacím motorem, u nichž byly pedály také využívány minimálně. Elektromotor je ovládaný z řídítek, obvykle pomocí otočné rukojeti či jiným ovládacím elementem (páčka, tlačítko). Jelikož se řadí mezi malé motocykly musí mít řidič dostatečné znalosti dopravního provozu. Tento typ je běžný hlavně v Asii. [25]

Dále lze elektrokola dělit dle typu použití. „Horské“ elektrokola, jsou určeny především pro nezpevněný povrch a členitý terén, který můžeme najít v lese či v horách. Vyznačují se širokými plášti a celoodpruženou konstrukcí rámu. Elektrokola typu „cross“ jsou určena pro lehčí terén, ale lze je také pohodlně používat na cyklostezkách a ve městech. Mají širší pláště a odpruženou přední vidlici. Vyznačují se také absencí blatníků a nosičů. Tím se dostáváme k třetímu typu, kterým je „trek“. Ty jsou určeny především pro dopravu po městě ale lze s nimi vyrazit i na nenáročný výlet. Jedná se o sportovnější variantu městského kola, které však zvládne i polní cesty. Je vybaveno blatníky a nosičem.

Posledním typem je „městské“ elektrokolo. Jsou určena pro dopravu ve městě a jeho okolí. Většina současných produktů se vyznačuje rámem se sníženým nástupem, který umožňuje jednoduché a pohodlné nasednutí. Je vybaveno blatníky a nosičem pro menší náklad, který je ve městě důležitým prvkem. Existují také skládací elektrokola, které lze označit spíše jako městské. [26][27][28][29]

Schéma městského elektrokola

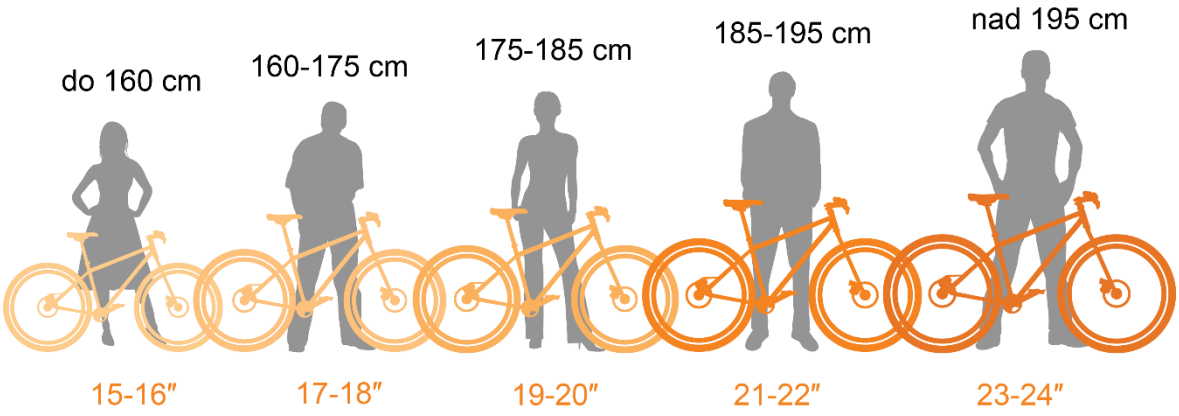


Obr. 2- 22 Základní části městského elektrokola

Na obrázku 2-21 lze vidět schéma základních konstrukčních částí běžného městského kola. Konstrukce elektrokola se liší spíše rozměrově a využívá většinu identických komponentů. Na základě tohoto poznatku byl proveden obecný rozbor jednotlivých součástí za účelem detailnějšího popisu a seznámení s jejich funkcí.

Rám

Slouží jako hlavní nosná konstrukce všech ostatních konstrukčních částí, které propojuje a umožňuje tak funkčnost kola. V případě elektrokola může také sloužit jako úložiště pro baterii. Rámy kol se vyrábí většinou pomocí technologie lisování či vstřikování do formy a následně jsou svařovány.



Obr. 2- 23 Doporučená velikost rámu podle výšky uživatele

Nejběžnějším materiálem byla dříve ocel, která měla však příliš vysokou hmotnost, a tak ji postupně nahradila slitina hliníku známá pod názvem dural. Ta je až 3x lehčí a nabízí dostačující pevnostní charakteristiky. Trendem dnešní doby jsou rámy z ultra lehkých materiálů (Karbon), které umožňují nízkou hmotnost konstrukce, razantně však zvedají pořizovací cenu. Rámy se vyrábějí v různých velikostech viz. obr. 2-25. Její správná volba je pro bezpečnou a komfortní jízdu velmi důležitá. [25]

Vidlice

Umožňuje propojení předního kola s rámem a řídítky čímž zajišťuje jednoduchou ovladatelnost. Dále také snižuje vibrace a intenzitu nárazu při nerovnosti terénu v oblasti řídítek. U městských kol to není úplně běžné, ale existují také odpružené vidlice určené spíše pro jízdu v terénu, které tyto aspekty téměř eliminují. Materiály pro výrobu vidlic jsou identické jako u rámu kola.

Sedlo a řídítka

Tyto dvě části spolu úzce souvisí, jelikož jsou na ně kladeny podobné ergonomické nároky a nebylo by bez nich možné kolo pohodlně ovládat. Pomocí řídítek lze určovat směr jízdy a udržovat rovnováhu. Jsou vybaveny ergonomickými madly, aby zajišťovali dlouhodobě pohodlný a pevný úchop. Většinou jsou vyrobeny ze silikonu či pryžového materiálu, aby při kontaktu s lidskou rukou neklouzali. Na řídítkách jsou umístěny také další nezbytné prvky pro provoz kola jako jsou brzdové páčky, osvětlení či zvonek. V případě elektrokola se v oblasti řídítek nachází také ovládací prvky pro asistenci pohonu pomocí elektromotoru.

Sedlo je nezbytné pro pohodlné sezení při jízdě. Stejně jako vidlice hraje důležitou roli při redukci vibrací. Sedlo musí mít nastavitelnou výšku, aby jej každý uživatel mohl přizpůsobit vlastním potřebám a kolo tak bylo nadále komfortní. V dnešní době využívají sedla gelového polstrování a zaručují komfortní sed. Sedlová tyč slouží také jako místo pro uchyceni zadního osvětlení.

Brzdy

Jedná se o velmi důležitý komponent, bez kterého by kolo bylo velmi nebezpečné. V dnešní době se již používají výhradně kotoučové brzdy. Přenos brzdné síly na kotoučovou brzdu je dnes převážně hydraulický. Zmáčknutím brzdové páčky se vytvoří tlak v brzdovém sytému. Brzdová kapalina začne tlačit na brzdový píst, který tlačí brzdové destičky přímo na kotouč. Hlavní části mechanismu jsou umístěny v oblasti předního a zadního náboje kola a následně propojeny pomocí brzdových hadiček, obsahujících kapalinu, s páčkami. Ty jsou umístěny na řídítkách tak aby je mohl cyklista při jízdě jednoduše používat. Hlavní předností je jejich výkon a jsou velmi efektivní oproti ráfkovým brzdám. Nevýhodou je složitější seřízení, cena a potřeba provádět častou údržbu. [30]

Hnací ústrojí

Jedná se o nejdůležitější funkční technický parametr jízdního kola. Je tvořeno pedály, klikami, ozubenými koly (kazeta) a přehazovačkou. Všechny tyto komponenty jsou následně propojeny pomocí řetězu, ozubeného řemenu. Ty přenášejí kroutící moment z předních ozubených kol na zadní kazetu a zajišťují tak pohyb kola.

Nejčastěji se používá hnací ústrojí propojené řetězem. Jeho výhodou je nízká pořizovací cena a jednoduchost celého mechanismu. Vyžaduje pravidelnou údržbu formou mazání. Díky tomu může dojít k ušpinění během jízdy. Jelikož se jedná o silně namáhaný komponent má toto řešení nejkratší životnost. [31]

Obr. 2- 24 Hnací ústrojí spojené řetězem [32]

Další možností je ozubený řemen. Jedná se o nejlepší a nejefektivnější řešení, kvůli jeho schopnosti odolávat extrémním podmínkám. Díky absenci maziva je v podstatě bezúdržbový a také se o něj uživatel neušpiní. Nejčastěji se používá u horských a sjezdových kol. Je zpevněn karbonovými vlákny, díky čemuž se vyznačuje dlouhou životností. Hlavní nevýhodou je vyšší pořizovací cena. [33]

Obr. 2- 25 Hnací ústrojí spojené karbonovým řemenem [34]

Třetí a zároveň nejstarší možností je Kardanův závěs. Tento typ se v dnešní době již příliš nepoužívá, jelikož je proti ostatním možnostem neefektivní. Nicméně existuje funkční prototyp od společnosti CeramicSpeed, která se inspirovala právě Kardanem s cílem vytvořit inovativní hnací ústrojí.

Obr. 2- 26 Koncept hnacího ústrojí CeramicSpeed [35]

Ve středu rámu se nachází pouze jeden pastorek, jehož zuby jsou zahnuty směrem k rámu. Z něj je síla přenášena pomocí speciálních keramických ložisek umístěných do jakési hvězdice na hřídel a dále k zadnímu náboji kola. Zde je znovu umístěna ložisková hvězdice. Ta je propojena se speciální kazetou umístěnou na zadním náboji kola a elektronicky lze měnit stupeň převodu. Díky minimálnímu tření je tak jízda velmi komfortní. Tento koncept lze propojit se současnými elektrifikačními soupravami a lze je tak využívat i na elektrokolech. Celý mechanismus je možné zakrytovat. Nevýhodou je nutnost speciální konstrukce rámu a jeho zadní stavby. [36]

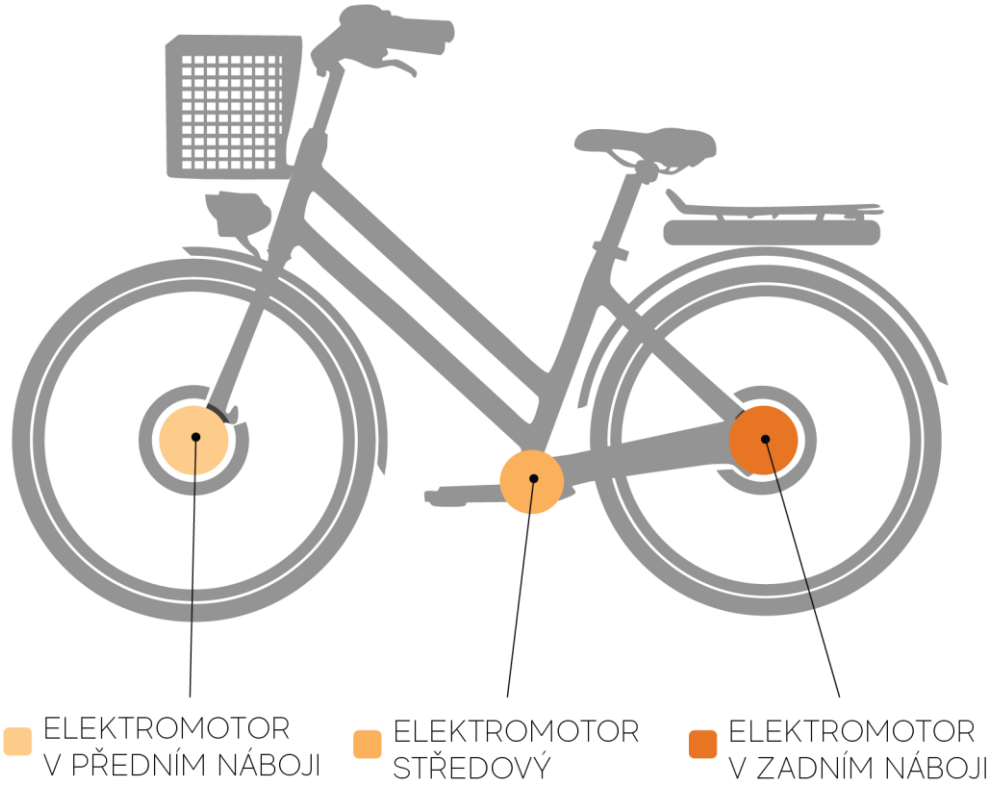
Obr. 2- 27 Zakrytování hnacího ústrojí [37]

Doplňky

Na kolo lze přidat nespočet bezpečnostních či funkčních doplňků. Základem je bezpečnostní přední a zadní osvětlení, které by mělo být součástí každého kola. Dalším doplňkem, který je spíše doporučený, jsou blatníky. Ty zabraňují ušpinění cyklisty při jízdě v deštivém počasí. Tento doplněk však i přes jeho efektivitu není velmi populární. Městskému kolu by určitě neměl chybět prostor pro malý náklad, takže je většinou vybaveno nosičem či košíkem nad zadním či předním kolem. V některých případech je přímo součástí konstrukce, jindy je nutné jej dokoupit a na kolo připevnit.

Elektromotor a jeho umístění

Nejpoužívanějším typem je stejnosměrný třífázový synchronní elektromotor s napětím 24 V nebo 36 V, které lze dále rozdělit na do jmenovitého výkonu 250 W. Elektrokolo vybavené tímto motorem je v souladu s legislativou a je na něj nahlíženo jako na běžné jízdní kolo. Elektrokola vybavené elektromotorem s výkonem vyšším než 250 W spadají do kategorie malých skútrů a stahují se na ně stejné požadavky. Na základě legislativy může být funkce motoru pouze asistenčním pohonem, který cyklista aktivuje pomocí šlapání. Při překročení rychlosti 25 km/h, se asistence pohonu musí automaticky deaktivovat. [25]



Obr. 2- 28 Současné možnosti umístění elektromotoru

Nabízejí se tři možnosti umístění elektromotoru. První z nich je centrální umístění, které se nachází v těsné blízkosti osy šlapání. Vyznačují se krátkou reakční dobou asistence. Při jízdě lze měnit velikost otáčivého momentu přenášeného na zadní kolo což vede k menší spotřebě a umožňuje delší dojezd. Dražší typy těchto motorů jsou vybaveny třemi druhy senzorů (senzor otáček, rychlosti a tlaku na pedál – torzní senzor), které zajišťují plynulý chod asistence. Výhodou je velikost točivého momentu až 90 Nm. Nevýhodou je větší opotřebení převodového mechanismu či obtížnější a hlučnější řazení. Tento typ pohonu má pozitivní vliv na stabilitu, ovladatelnost a jízdní vlastnosti kola a je tak nejoptimálnějším řešením.

Obr. 2- 29 středový elektromotor značky Bosch

U městských elektrokol se však používá spíše druhý typ, a to je umístění v náboji předního či zadního kola. Výhodou je nízká pořizovací cena a dostatečný výkon v městském prostředí. Nevýhodou je větší zatížení kola v přední nebo zadní části, absence torzního senzoru a při větší zátěži neefektivní hospodaření s energií. Motor v předním náboji má negativní účinky na ovladatelnost a jízda působí nepřirozeně, proto se dnes již v podstatě nepoužívá. [38]

Řídící jednotka

Jedná se o mikropočítač, který propojuje jednotlivé komponenty soupravy, řídí výkon elektromotoru podle vstupních údajů zadaných uživatelem a údajů z jednotlivých senzorů. [25]

Ovládací panel

Jedná se o LED panel (u dražších kol může být LCD displej), který je umístěn na řídítkách kola a slouží ke kompletní obsluze systému. Zde si uživatel volí jízdní mód a úroveň asistence. Tento sdělovač také informuje cyklistu o stavu baterie a možném dojezdu, času, rychlosti a ujetých kilometrech. [25]

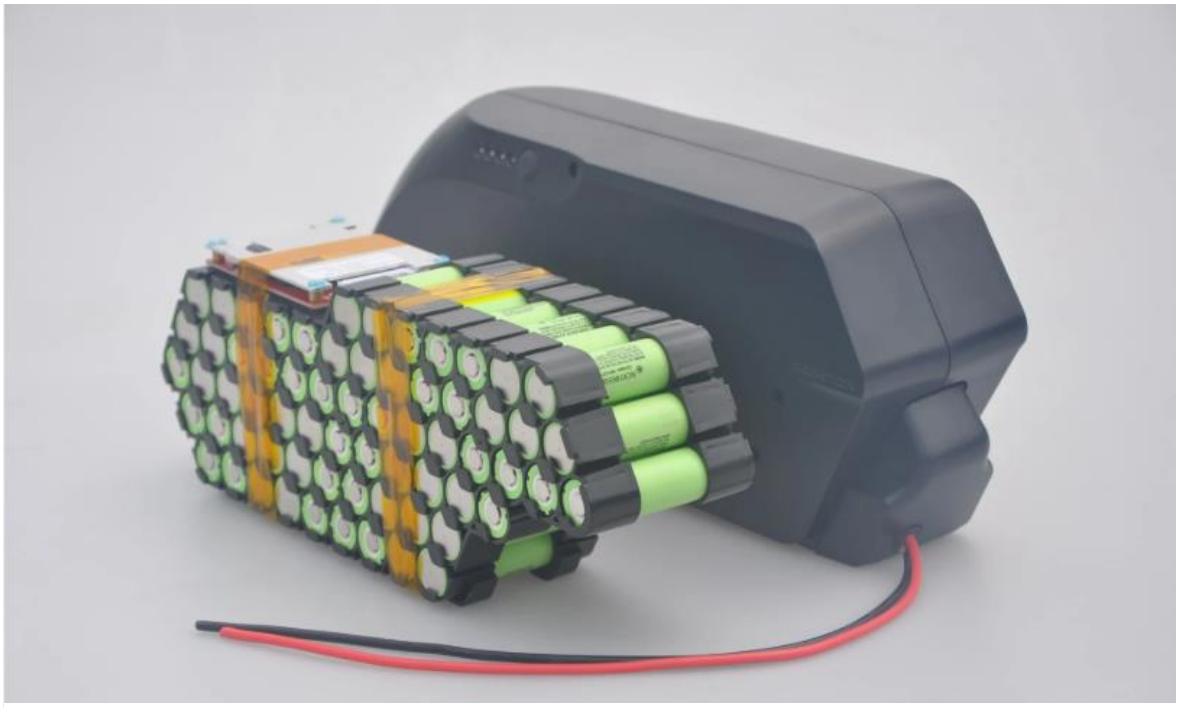
Snímače

Jsou velmi důležitým prvkem pro správné dávkování výkonu elektromotoru. Existují dva základní druhy – šlapání a rychlosti. Senzor šlapání se používá u všech kol kategorie „Pedelec“. Rozděluje se na otáčkový a torzní. Otáčkový senzor snímá rychlost šlapání a na tomto základě určuje míru asistence motoru. Nevýhodou je větší prodleva mezi prvním sešlápnutím a aktivací asistence a nutnost vhodného zvolení převodu při rozjezdu. Torzní snímač je složitější a propracovanější. Kromě rychlosti šlapání snímá také napnutí řetězu a sílou kterou se cyklista opírá do pedálů. Díky tomu dokáže přesně analyzovat potřebnou dávku asistence a téměř okamžitě ji poskytnout. Jízda je tak plynulejší a mnohem více přirozená. [40]

Parametry baterie a její umístění

Jedná se o nejdražší komponent. Nejzásadnějším parametrem baterie je její kapacita, ta je v dnešní době u běžného elektrokola 13-17,5 Ah a umožňuje v průměru dojezd 80-120 km na jedno nabití. Aby nedošlo k nevratnému poškození jednotlivých článků musí být baterie vybavena elektronickou ochranou, která je označována BMS – Battery Management System. Ta kontroluje vybíjení a nabíjení baterie. Životnost baterie se udává v počtu cyklů nabití/vybití a ovlivňuje ji způsob provozu. [41]

Důležitá je také hmotnost, která se odvíjí od použitého typu. Díky pokroku dnešní doby umožňují baterie celkovou hmotnost kola i pod 20 kg a některá z nich jsou skoro stejně těžká jako běžná jízdní kola. [25]



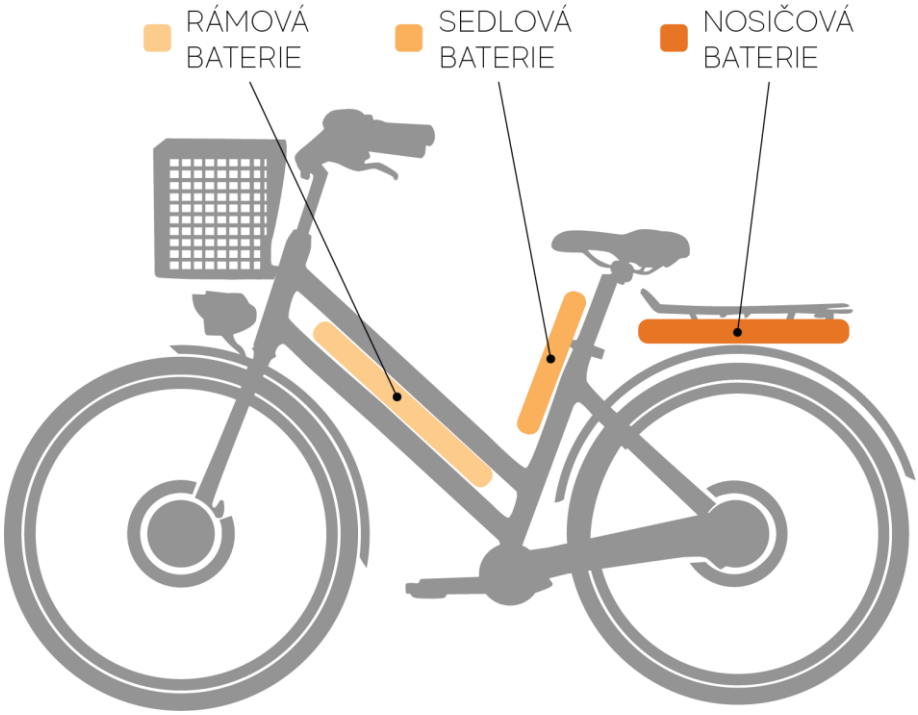
Obr. 2- 30 náhled na články Li-Ion baterie [42]

Baterie využívané u elektrokol lze rozdělit na čtyři typy. Aktuálním trendem je typ Li-Ion (Lithium Ion), který je používán u 90 % kol. Vyznačuje se vysokou kapacitou, nízkou hmotností a delší životností, která však způsobuje vyšší cenu. Tyto baterie jako jediné nepodléhají paměťovému efektu a lze je tak nabíjet průběžně, nikoliv pouze po úplném vybití [41]

Dalším typem jsou baterie Li-Pol (Lithium polymerové). Mají dobrý poměr hmotnosti, výdrže a výkonu což je staví do pozice komerčně používaných baterií. Jsou však citlivé na přesné nabíjení (paměťový efekt) a je nutné používat pouze adekvátní nabíječky, které jsou dodávány výrobcem. [41]

Baterie NiMH (Nickel Metal Hydrid) nabízejí vysokou kapacitu, možnost rychlého nabíjení a spolehlivost. Lze je skladovat v nabitém i vybitém stavu. Je nutné je však během roku několikrát vybít a nabít, aby nedošlo k nevratné ztrátě kapacity. [41]

Posledním typem jsou baterie $LiFePO_4$ (Lithium Železo Fosfát). Její výhodou jsou nízké výrobní náklady a jsou netoxické. Dokážou velmi rychle absorbovat i vydávat energii. Mají vynikající teplotní stabilitu. Nevýhodou je však nižší napětí a hustotu energie, což vede k větším rozměrům a vyšší hmotnosti baterií. [41]



Obr. 2- 31 možnosti umístění baterie

Nabízí se tři možnosti umístění baterie a odvíjí se od umístění elektromotoru. Umístění v rámu kola je nejčastější a nejoptimálnější variantou. Nenarušuje stabilitu a esteticky splyne s kolem. Baterie umístěná na nosiči se vyskytuje hlavně u městských a trekových kol. Umožňuje zachovat klasické tvarování rámu za cenu narušení kompaktnosti konstrukce.

Nevýhodou je výše postavené těžiště, které zhoršuje ovladatelnost kola. Poslední možností je umístit baterii k sedlové tyči. To vede ke sníženému těžišti a ideálnímu rozmístění hmotnosti za cenu menšího stupně převodů. Používá se primárně u městských a skládacích typů elektrokol. [25]

2.3.6 Legislativní omezení

Silniční provoz elektrokol se řídí Nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 168/2013 (Nařízení o schvalování dvoukolových nebo tříkolových vozidel a čtyřkolek). Schvalovací proces se nevztahuje na dopravní prostředek, který s asistencí motoru nepřesáhne rychlost 25 km/h a u nichž je nominální výkon motoru maximálně 250 W. Dopomoc elektromotoru musí být aktivní pouze při šlapání. V roce 2009 začala platit evropská norma ČSN EN 15194 (též známá pod zkratkou EPAC), která zpřesňuje jednotlivé požadavky. Pokud elektrokolo splňuje tyto normy je na něj pohlíženo dle Zákona o provozu na pozemních komunikacích jako na běžné jízdní kolo bez elektrické asistence. Aby se kolo mohlo účastnit silničního provozu musí být vybaveno zákonným příslušenstvím (světla, odrazky). Cyklistická helma je povinná pouze pro osoby mladší 15 let poté už je pouze doporučeným ochranným prvkem. [43]

2.4 Shrnutí hlavních zjištění

Aktuální trh je po stránce možností v oblasti elektrokol velmi pestrý. Je však přesycen levnými městskými elektrokoly. Nízká pořizovací cena se značně podepisuje na jejich vzhledu a nekompaktním tvarovém řešení. Svou barevností a nemoderním využitím grafických prvků působí nevkusně. Dále existují i dražší městská elektrokola, která se tvarovým řešením příliš neliší od těch levných. Ty se prezentují jako velmi moderní a technologicky aktuální. Nicméně po porovnání s jinými dražšími elektrokoly menších výrobců dochází k zjištění, že to není tak úplně pravdou.

Proto se lze inspirovat těmito menšími společnostmi (Vanmoof, Mokumono) jejichž produkty mají minimalistický, funkční a inovativní design. Využívají moderní technologie a zároveň se jejich pořizovací cena pohybuje ve střední cenové kategorii. Dále jsou silně inspirativní současné koncepty z různých odvětví, které otevírají nové směry, kterými by se design městských elektrokol mohl v budoucnu vydat. Dochází u nich k silnému důrazu na praktickou stránku produktu, upřednostňují jeho funkci a snaží se, aby byl co nejvíce uživatelsky přijatelný.

Po stránce ergonomie jsou městská elektrokola v souladu s jejími požadavky. Jsou nabízeny v různých velikostech tak aby vyhovovali většině uživatelů. Vždy lze nastavovat výšku sedla tak aby bylo zajištěno efektivní a pohodlné použití pedálů kola. Není tedy nutné tyto aspekty zásadním způsobem měnit, pouze je při návrhu zohlednit.

Z technické analýzy vyplývá že nejběžněji je používaný zadní středový elektromotor, jelikož je levný a plně vyhovuje po stránce výkonu. I přes tento poznatek je však vhodné zvážit využití dražší varianty středového motoru, jelikož umožňuje vhodnější rozložení váhy v rámu kola a posouvá těžiště do vhodnější polohy. To má pozitivní vliv na ovladatelnost elektrokola a posiluje přirozený pocit z jízdy. Středové motory jsou také vybaveny torzním sensorem, který eliminuje prodlevu mezi zašlápnutím a aktivací asistence pohonu.

Nejvýhodnější jsou baterie typu Li-Ion, které nabízí dostatečnou kapacitu, nízkou hmotnost a velmi výhodným aspektem těchto baterií je absence „paměťového efektu“ což je pro městské elektrokolo zásadní aspekt, který umožní jeho průběžné dobíjení bez trvalého snížení kapacity. Nejlepší umístění baterie je přímo v rámu elektrokola. Takto řešená baterie vytápí prostor, ve kterém je uložena, a díky tomu nedochází k poklesu maximálního dojezdu v chladnějších ročních obdobích.

Zvolení středového motoru by mělo také značný vliv na hnací ústrojí. Jelikož jsou vybaveny automatickou převodovkou dochází ke zredukování přední kazety na jedno ozubené kolo. Všechny zmiňované hnací ústrojí jsou však kompatibilní se středovými motory, a proto by mělo být vybráno to, které bude nejvhodnější do cíleného prostředí tedy města. Jelikož karbonové řemeny mají svou největší výhodu v extrémních podmínkách jako jsou například lesy či hory lze je jednoznačně vyloučit. Pro městské prostředí by byl dostačující klasický

řetěz, který je u městských elektrokolo běžně využívaný, avšak přináší drobné nevýhody. Zajímavý se jeví koncept společnosti CeramicSpeed, který přináší značné funkční výhody a také by podpořil technickou ale i vizuální inovaci produktu.

Dále by měl být zvolen vhodný materiál rámu a jednotlivých částí. Pro městské elektrokolo se jeví nejvhodnější Dural, který bude vyhovovat pevnostním požadavkům a nebude mít negativní vliv na jeho hmotnost a cenu. Části vyráběné z toho materiálu však musí splňovat určité tvarové požadavky, aby je bylo možné vyrobit příslušnou technologií. Karbonové rámy či jiné části přinášejí zajímavé mechanické vlastnosti a značně snižují hmotnost, která u elektrokol může hrát důležitou roli. Využití tohoto materiálu by však mělo zásadní vliv na finální cenu elektrokola. Velkou výhodou je svoboda v oblasti tvarového řešení, jelikož je možné z něj vyrobit v podstatě cokoliv.

Finální návrh musí být v souladu s legislativními omezeními. Hlavní je, aby elektromotor sloužil pouze jako asistence pohonu maximálně do 25 Km/h. Teprve potom je na elektrokolo nahlíženo jako na klasické jízdní kolo a smí se účastnit silničního provozu bez potřeby určitého typu řidičského oprávnění. Toto omezení je také v souladu s požadovanou funkčností kola, jelikož je požadováno, aby v případě vybití baterie či poruchy elektrifikační soupravy bylo možné elektrokolo použít jako klasické jízdní kolo.

2.5 Identifikace novosti a příležitostí

Jako hlavní technická inovace se nabízí využití již zmiňovaného konceptu CeramicSpeed. Na základě funkčního prototypu a analýz uváděných stejnojmennou společností dochází ke značnému zlepšení funkčních vlastností hnacího ústrojí. Zároveň tento koncept umožňuje kompletní zakrytování jednotlivých součástí a otevírá cestu k progresivnímu tvarovému řešení rámu kola.

Pro inovaci tvarového řešení by mohla značně napomoct filozofie konceptu Pelikan, která spočívá ve snaze vytvořit pro elektrokolo unikátní vizuální styl, díky kterému by se jasně odlišilo od klasického jízdní kola.

Použití karbonu jako hlavního materiálu pro rám kola by bylo v souladu se současnou popularitou toho technologického trendu. Redukce hmotnosti by elektrokolu určitě prospěla, jelikož jsou v současnosti elektrokola vnímána jako příliš těžká a vedlo by to také ke zlepšení ovladatelnosti při jízdě.

K identifikaci spotřebitelské inovace silně napomohlo dotazníkové šetření, které v některých případech jasně ukázalo, co si potenciální zákazníci přejí a o co naopak nemají zájem.

Zajímavým poznatkem bylo kladné přijetí mobilní aplikace, která by umožnila propojit elektrokolo s mobilním telefonem. Ten by po umístění do příslušné části rámu mohl sloužit jako „klíč“ k uvedení elektrokola do chodu. Mobilní telefon by dále sloužil také jako hlavní displej elektrokola a sděloval cyklistovi veškeré informace. Aplikace by byla aktivní i po odstavení elektrokola a mohla sloužit jako aditivní zámek kola či zalarmovat uživatele v případě nevyžádané manipulace.

Dále byl kladně přijat nápad integrovat bezpečnostní prvky přímo do rámu elektrokola a eliminovat tak nutnost tyto doplňky dokupovat. To povede také ke zvýšení jejich účinnosti.

Zásadní uživatelskou inovaci by mohl přinést chytře řešený úložný prostor. Ten je v současnosti řešený pouze externími produkty jako jsou např. košíky či různé brašny, které však mají negativní dopad na vzhled. Bylo by vhodné na tento praktický prvek nezapomínat a pokusit se jej promítnout do finálního vzhledu elektrokola.

Nepředpokládá se zásadní experimentování s materiály či výrobními postupy, proto v této oblasti nebyly analyzovány žádné příležitosti k inovaci.

I přes použití již zmiňovaných materiálů a výrobních procesů by nemělo dojít k výraznému zvýšení či snížení ceny oproti současně nabízeným produktům v podobné kategorii.

3 CÍLE PRÁCE

3.1 Vymezení problému

3.1.1 Název a druh produktu

Produktem je městské elektrokolo určené pro přepravu a rekreaci ve městě a jeho okolí. Jedná se o spotřební výrobek určený ke každodennímu použití.

3.1.2 Zákazník a spotřebitel

Potenciálním zákazníkem je každý výrobce jízdních kol a elektrokol, který by projevil zájem o realizaci tohoto konceptu městského elektrokola.

Typickým spotřebitelem pro tento produkt je obyvatel velkého či středně velkého města, který hledá alternativní možnost přepravy v městském prostředí z důvodů úpadku efektivity automobilu, ale také by jej rád využíval k rekreaci. Jedná se o lidi, kteří se nerozhodují na základě ceny, jelikož je pro ně důležitá kvalita produktu, chtějí být šetrní k životnímu prostředí, podílet se na zlepšení kvality života ve městě či tento dopravní prostředek vnímají také jako možnost, jak se udržovat v kondici. Nejsou příznivci typických městských elektrokol a hledají elektrokolo, které bude praktické a zároveň reprezentativní po stránce vzhledu. Jsou to převážně liberálnější lidé ve věku cca 30-50, kteří vnímají současné problémy života ve městě a jsou ochotni zkoušet nové alternativy. Zároveň se pravděpodobně jedná o lidi, kteří již jízdní kolo ve městě využívají. Proto by finální design měl respektovat problémy a potřeby těchto spotřebitelů a snažit se jim produkt maximálně přizpůsobit.

3.1.3 Možný trh, cena a použité výrobní technologie

Předpokládá se, že rám elektrokola bude vyroben jako kompozit z karbonových vláken. V takovém případě by byla využita příslušná technologie lisování karbonových vláken do předem vytvořené formy. Levnější variantou by bylo vyrábět rám z hliníkových profilů pomocí běžně používané technologie Hydroforming. V rámci tohoto procesu je hliníková profil vložen do formy, následně napuštěna horkou kapalinou (olej) a pod vysokým tlakem vytvarována do požadovaného tvaru. Následně je nutné obě části rámu svařit dohromady. Nicméně tato technologie má určité limity a na rozdíl od karbonových vláken s ní není možné vyrobit jakékoliv tvarové řešení. Nicméně by touto metodou mohli být vyráběny ostatní části elektrokola (přední vidlice, řídítka) s cílem snížit výrobní náklady.

Předpokládá se převážně evropský trh, který bude cílit na lidi žijící ve městech a jeho okolí. Cena by se mohla pohybovat kolem 3 500 euro, a to hlavně z důvodu jejího vlivu na celkovou kvalitu produktu. Vyšší cena umožní použití kvalitnějších materiálů a využití moderních technologií.

3.1.4 Vymezení problému-přehled jednotlivých atributů

Následující tabulky zobrazují cíle, omezení, funkce a prostředky týkající se návrhu produktu. V tabulkách jsou dále značeny jen svými počátečními písmeny. Jednotlivé body byly rozděleny do tří kategorií, které zobrazují ergonomické, technické a estetické požadavky. (**tab. 3-1**)

Ergonomické požadavky	**C**	**O**	**F**	**P**
Konstrukce musí respektovat ergonomii	✓	✓		
Sedlo musí mít nastavitelnou výšku	✓		✓	
Vhodné řešení úložného prostoru	✓		✓	✓
Propojení s mobilní aplikací	✓		✓	
Možnost umístit a nabíjet mobilní telefon	✓		✓	✓
Bezpečné a komfortní ježdění na kole	✓		✓	
Tvar řídítek, rukojetí a sedla musí být v souladu s ergonomií	✓	✓		

Technické požadavky	**C**	**O**	**F**	**P**
Nutno vhodně zvolit typ elektromotoru a baterie		✓	✓	
Elektrokolo musí být uzpůsobeno městskému prostředí		✓		
Baterie s dojezdem min. 80 Km		✓		✓
Elektromotor musí sloužit pouze jako asistence pohonu		✓	✓	
Inovativní hnací ústrojí				✓

Estetické požadavky	C	O	F	P
Zakomponovat různé funkční doplňky do elektrokola	✓			
Zakomponovat baterii do rámu	✓		✓	
Tvarově se odlišit od klasických jízdních kol	✓			
Vhodné umístění motoru	✓			

Tab. 3- 1 Jednotlivé požadavky rozdělené do třech kategorií

3.2 Cíle vývoje

Hlavním cílem je navrhnout koncept městského elektrokola, který bude vnímán jako alternativní možnost efektivní přepravy v městském prostředí. Důraz by měl být kladen na atraktivní design a splnění funkčních požadavků. Dále se bude vymezovat vůči typickým tvarovým řešením městských elektrokol se snahou vytvořit pro tento produkt vlastní vizuální styl. Finální návrh by měl být hlavně praktický a respektovat veškeré potřeby cílové skupiny získané z dotazníkového šetření. Finální koncept bude respektovat životní prostředí a podílet se na zlepšení kvality života ve městě.

Jedním z dílčích cílů bude posílit bezpečnost cyklisty při jízdě na kole v městském prostředí formou integrace bezpečnostních prvků do rámu elektrokola. Dále bude kladen důraz na posílení komfortu tohoto dopravního prostředku a jeho popularizaci. Kolo bude vybaveno úložným prostorem, který bude součástí finálního designu. Součástí bude také chytrá mobilní aplikace, která uživateli usnadní a zpříjemní použití elektrokola.

4 KONCEPČNÍ NÁVRH

4.1 Analýza cílů a specifikace omezení

Jednotlivé cíle vycházející z tabulek v předchozí kapitole byly analyzovány a následně rozděleny do tří kategorií podle jejich role a vlivu na finální produkt.

Rozdělení cílů práce:

Tvarově a technologicky progresivní řešení

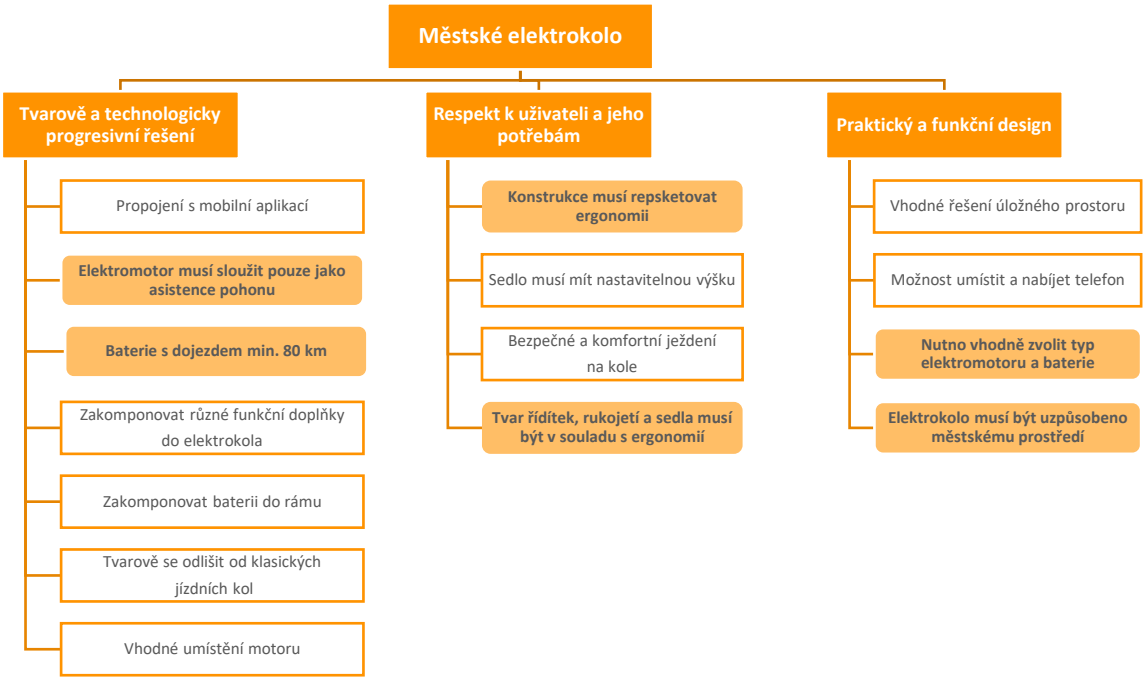
- Propojení s mobilní aplikací.
- Zakomponovat různé funkční doplňky do elektrokola.
- Zakomponovat baterii do rámu.
- Tvarově se odlišit od klasických jízdních kol.
- Vhodné umístění motoru.

Respekt k uživateli a jeho potřebám

- Konstrukce musí respektovat ergonomii.
- Sedlo musí mít nastavitelnou výšku.
- Bezpečné a komfortní ježdění na kole.
- Tvar řídítek, rukojetí a sedla musí být v souladu s ergonomií.

Praktický a funkční design

- Vhodné řešení úložného prostoru.
- Možnost umístit a nabíjet telefon.

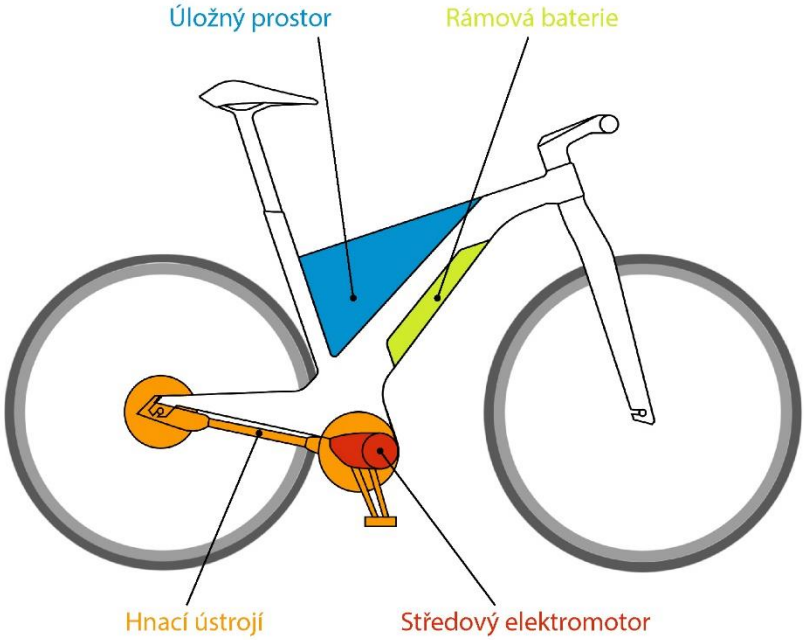


Obr. 4- 1 Specifikace omezení produktu

- Kvůli legislativním omezením Evropské unie nemůže být elektrokolo vybaveno elektromotorem, který neslouží pouze jako asistence pohonu, a to max. do 25 km/h. Proto i tato práce bude v souladu s těmito omezeními a finální produkt tak bude spadat do kategorie typu Pedelec.
- I městská elektrokola musí být vybaveny baterií s dostatečnou kapacitou, aby jej uživatel nemusel dobíjet po každém použití. Větší kapacita baterie ovlivňuje její rozměry, a proto je nutné na to myslet při navrhování tvarového řešení.
- Jelikož je cílem, aby bylo elektrokolo uživatelsky přijatelné nesmí být jeho rozměrové a tvarové řešení v rozporu s ergonomickými parametry.
- Vhodně zvolený typ baterie a motoru může zásadně ovlivnit pocit z jízdy. Pokud by díky zvoleným komponentům došlo k nevhodnému umístění těžiště celé konstrukce, může být jízda na takovém kole velmi nepřirozená.
- Dále tento produkt omezuje městské prostředí, které přináší různé problémy. Z bezpečnostního hlediska může být jízda na kole, které není přizpůsobené městskému prostředí značně nebezpečná.

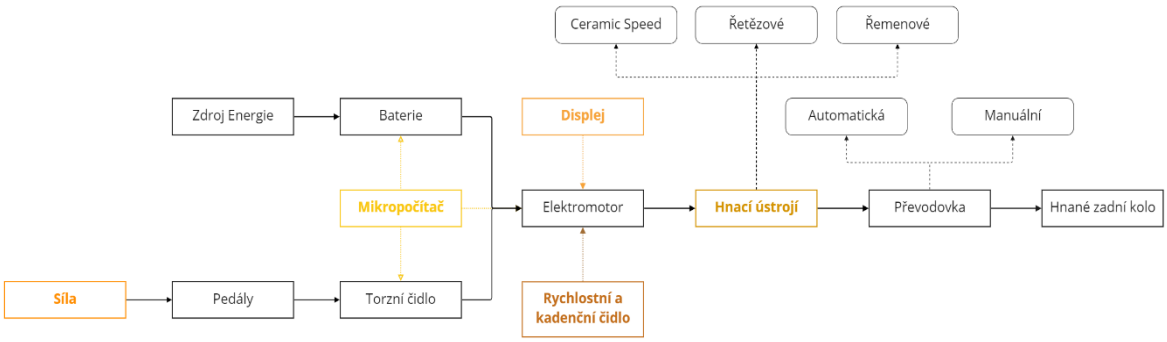
4.2 Technická funkční analýza

Pro zaznamenání jednotlivých funkčních částí produktu bylo vytvořeno schéma, které lze vidět na obrázku níže. Toto schéma zároveň reprezentuje předběžnou volbu jednotlivých komponent, jejich umístění a konstrukční řešení elektrokola.



Obr. 4- 2 Schéma hlavních funkčních částí elektrokola

Z tohoto schéma vyplývá, že byl zvolen středový elektromotor, baterie umístěna v rámu elektrokola a jako hnací ústrojí již zmiňovaný koncept stejnojmenné společnosti CeramicSpeed. Jelikož spolu tyto komponenty úzce souvisí, byl pro upřesnění vytvořen diagram zaznamenávající hlavní a sekundární funkce pohonu.



Obr. 4- 3 Diagram jednotlivých funkcí pohonu

Pro upřesnění předběžného návrhu a některých parametrů byly jednotlivé funkční částí rozděleny do pěti oblastí:

Pohon

- Elektromotor s Max. asistence 25 Km/h, 50 Nm
- Koncept CeramicSpeed
- Rámová baterie 36 V, 13,4 Ah, 325 x 92 x 90 mm

Konstrukce

- Rám elektrokola – velikost L (vhodný pro uživatele s výškou 175-190 cm)
- Sedlová trubka – délka 500 mm
- Hydraulická kotoučové brzdy – Kotouče Ø 160-180 mm.
- Velikost předního a zadního kola 29‘‘
- Přední vidlice – hlavový úhel 63°

Ergonomie

- Sedlo
- Řídítka
- Pedály
- Umístění mobilního telefonu

Modulární části

- Úložný prostor
- Integrované doplňky

Osvětlení

- Zadní a přední světla

4.3 Návrh alternativních variantních řešení

Pro tuto podkapitolu byly vybrány tři hlavní varianty tvarového řešení, které se jeví jako nejvíce zdařilé a lze s nimi dále pracovat. Tyto varianty budou následně demonstrovány pomocí morfologické analýzy, která pomůže srovnat a zhodnotit jednotlivé návrhy a vybrat z nich ten nejlepší. Nejprve je však nutné se podrobněji seznámit s těmito variantami.

4.3.1 Varianta I

Obr. 4- 4 První variantní řešení

Jedná se o první variantní studii městského elektrokola. Nejprve byl navržen rám, který je od ostatních částí odlišen světle šedou barvou. Cílem bylo přijít s jednoduchým a čistým tvarovým řešením, které by propojovalo jednotlivé komponenty. Hmota rámu vychází z hlavové trubky a následně se láme směrem ke středovému náboji kola. Zde je rám rozšířen, aby mohl pojmout středový elektromotor a následně přechází do zadní stavby, která musí být kvůli hnacímu ústrojí dostatečně široká. Díky tomu by se u této varianty dalo uvažovat o letmém uchycení zadního kola. Následně je do rámu napojena sedlová trubka jejíž osa prochází středem rámu, ve kterém jsou umístěny kliky a pedály. Díky tomu je umožněno pohodlné šlapání. V oblasti hlavové trubky jsou pak k rámu připojeny také řídítka a přední vidlice a mají identický sklon se sedlovou trubkou. Celý rám je pak ve spodní části lehce zkosen, aby došlo k redukci nepotřebné hmoty.

Tato varianta využívá koncept CeramicSpeed pro hnací ústrojí a ten je kompletně uschován v zadní stavbě rámu, aby s ním uživatel nepřišel nechtěně do kontaktu. Elektrokolo je vybaveno středovým elektromotorem, který je napojen na hnací ústrojí. Přední i zadní ozubená kola by poté byly také zakrytována.

Baterie je umístěna se shora na rám. Barevné řešení jejího krytu je sladěno se sedlovou trubkou a řídítky. Díky tomu dochází k vizuálnímu propojení těchto částí a optickému zpevnění rámu po jeho celé délce.

4.3.2 Varianta II

Obr. 4- 5 Druhé variantní řešení

V tomto případě bylo cílem navrhnout konstrukční řešení, které by pracovalo s myšlenkou zachovat horní rámovou trubku, jak tomu bývá u pánských kol. Hlavní část rámu je lehce podobná předchozí variantě. Rám je od ostatních částí opět barevně odlišen. Jeho hmota opět vybíhá z hlavové trubky a následně se láme směrem ke středu. V tomto případě se však jedná o užší profil a opticky tak rám působí štíhlejším dojmem. V místě zlomu vybíhá horní rámová trubka směrem k sedlové trubce. Ta je následně svedena pod úhlem směrem k rozšíření pro elektromotor a její osa je vedena lehce před středem rámu. Následně dochází k uzavření této konstrukce a v jejím středu vzniká trojúhelníkový prostor, s kterým by se dalo dále pracovat s cílem vytvořit úložiště pro menší předměty. Zadní stavba se rozbíhá do dvou větví a je oproti první variantě značně zredukována z důvodů využití jiného typu hnacího ústrojí.

Tato varianta využívá karbonového řemenu a ostatních potřebných komponentů pro svůj pohon. Řemen je zakrytován pouze z horní části, aby byl při jízdě chráněn před střetem s nežádoucím objektem. Propojuje přední talíř se zadní kazetou, které jsou v tomto případě přiznány. Následně je vše propojeno se středovým elektromotorem, který je integrován ve spodní části rámu.

Baterie je u této varianty částečně umístěna ze spodu nad středem rámu. Je barevně odlišena od rámu, aby došlo k barevnému kontrastu. Zároveň se na ní nachází tenký LED pásek, který se rozsvítí po aktivaci elektrokola. Vizuálně tak podtrhuje umístění baterie a přináší zajímavý vizuální prvek.

4.3.3 Varianta III

Obr. 4- 6 Třetí variantní řešení

Třetí varianta částečně kombinuje prvky z přechozích návrhů. Rám je orientován podobně jak u první varianty nicméně také využívá užší profil. Hlavní rozdílem je značné zkosení ve spodní části rámu po celé jeho délce. Nejvíce hmoty si rám zachovává nad svým středem a směrem k hlavové trubce a středu zadního kola se zužuje. Opět je zde rozšíření ve středu, aby bylo možné umístit středový elektromotor. Nad ním pod úhlem vybíhá sedlová trubka, která je ukončena ve stejně rovině s hlavovou trubkou. Trojúhelníkový prostor z minulé varianty byl původně inspirací pro umístění baterie. Tato volba by však měla značně negativní vliv na těžiště konstrukce. Nicméně po stránce tvarového řešení se tento vyplňující prvek jevil jako zajímavý a bylo rozhodnuto že by se s ním dalo pracovat jako s úložným prostorem, který by sloužil podobným způsobem jako běžné brašny, které si lidé ke kolům dokupují a umísťují je podobným způsobem k rámu. Výhodou je že tento funkční prvek zároveň opticky posiluje rám a celá konstrukce tak působí robustním dojmem.

Baterie byla následně umístěna přímo do rámu. Kryt baterie má v tomto případě identickou barvu s rámem, aby jej tvarově doplnil. Její umístění je pak minimalisticky naznačeno pouze tenkou spárou, která je od sebe odděluje.

U této varianty je znovu využit koncept CeramicSpeed nicméně bylo v tomto případě upuštěno od jeho kompletního zakrytování, a naopak jsou jeho komponenty částečně přiznány. Krytem jsou opatřeny pouze některé funkční části tohoto mechanismu.

Po stránce barevného řešení je jasnou dominantou právě světle šedý rám elektrokola. Pro ostatní části byla zvolena tmavě šedá barva. Díky tomu nepřitahují tolik pozornosti a umožňují vyniknout rámu. Tvarové řešení s tímto barevným odlišením poté působí velmi kompaktně.

4.3.4 Morfologická analýza

Díky představení jednotlivých variant je nyní možné provést morfologickou analýzu, pro kterou museli být stanoveny určité prvky.

Seznam popisovaných prvků pro morfologickou analýzu
Umístění baterie
Možnost zakomponovat úložný prostor
Odlišení od klasických jízdních kol
Tvarové řešení
Možnost integrace ostatních doplňků
Typ hnacího ústrojí

Tab. 4- 1 Prvky dané problematiky

V morfologické analýze je nutné jednotlivé prvky barevně či graficky odlišit, aby byl její výsledek přehledný. (**Vhodné prvky**, Středně vhodné prvky, Spíše nevhodné prvky).

Řešená problematika	I	II	III
Umístění baterie	Se shora na rám	Částečně umístěna ze spodu do rámu	Kompletně zakomponována do rámu
Možnost zakomponovat úložný prostor	Externí řešení (košík, nosič)	**Lze**	**Lze**
Odlišení od klasických jízdní kol	minimální	částečné	**značné**
Tvarové řešení	Typické	Částečně progresivní	**Progresivní**
Možnost integrace ostatních doplňků	**Ano**	**Ano**	**Ano**
Typ hnacího ústrojí	CeramicSpeed	**S karbonovým řemenem**	CeramicSpeed

Tab. 4- 2 hodnocení jednotlivých prvků napříč variantami

4.4 Analýza alternativních řešení a výběr nejlepšího

4.4.1 Zhodnocení variant

Aby byla analýza kompletní je nutné provést zhodnocení a porovnání jednotlivých variant s klíčovými požadavky, které byly stanoveny v kapitole 3.1.4. Tyto parametry byly následně seřazeny do tabulky, je však nutné upozornit, že některé z nich do ní nebyly zařazeny, jelikož jsou pevně dány, a při navrhování je nelze nijak měnit (ergonomické parametry, legislativa atd.) nebo o nich již bylo rozhodnuto a počítá se s nimi v každé variantě.

Hodnocené požadavky	**C**	**O**	**F**	**P**
Sedlo musí mít nastavitelnou výšku	✓		✓	
Vhodné řešení úložného prostoru	✓		✓	✓
Propojení s mobilní aplikací	✓		✓	
Možnost umístit a nabíjet mobilní telefon	✓		✓	✓
Bezpečné a komfortní ježdění na kole	✓		✓	
Nutno vhodně zvolit typ elektromotoru a baterie		✓	✓	
Elektrokolo musí být uzpůsobeno městskému prostředí		✓		
Inovativní hnací ústrojí				✓
Zakomponovat různé funkční doplňky do elektrokola	✓			
Zakomponovat baterii do rámu	✓		✓	
Tvarově se odlišit od klasických jízdních kol	✓			
Vhodné umístění motoru	✓			

Tab. 4- 3 Požadavky pro hodnocení (C – Cíl, O – Omezení, F – Funkce, P – Prostředek)

Hodnocení jednotlivých variant probíhalo udělováním bodového hodnocení v rozmezí 1 až 10 každému požadavku na základě míry jeho splnění. Maximálně mohla každá varianta získat 120 bodů.

Hodnocené požadavky	I	II	III
Sedlo musí mít nastavitelnou výšku	10	10	10
Vhodné řešení úložného prostoru	3	7	9
Propojení s mobilní aplikací	10	10	10
Možnost umístit a nabíjet mobilní telefon	10	10	10
Bezpečné a komfortní ježdění na kole	9	7	9
Nutno vhodně zvolit typ elektromotoru a baterie	6	10	10
Elektrokolo musí být uzpůsobeno městskému prostředí	10	8	10
Inovativní hnací ústrojí	10	8	10
Zakomponovat různé funkční doplňky do elektrokola	8	9	9
Zakomponovat baterii do rámu	5	8	10
Tvarově se odlišit od klasických jízdních kol	4	8	10
Vhodné umístění motoru	10	10	10
Hodnocení	**95**	**105**	**117**

Tab. 4- 4 Hodnocení jednotlivých variant

Na základě hodnocení vychází nejlépe třetí varianta. Jedná se o variantu, které působí jako nejprogresivnější po stránce tvarového řešení a nejlépe pracuje s úložným prostorem. Stále je zde však prostor pro vývoj a je možné že dojde k inspiraci některými prvky z ostatních variant.

5 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH

5.1 Určení tvarů, rozměrů a materiálů

Po provedení analýzy a následné konzultaci s vedoucím práce byla zvolena varianta 3 jako předběžný návrh a bude dále rozpracována do posledních detailů. Pozornost bude věnována bezpečnostním a jiným doplňkům, jejich integraci a modularitě, aby elektrokolo vyhovovalo potřebám městského prostředí ale také jeho uživatelů. Hlavní rozměry pro stavbu byly zvoleny na základě horského kola a následně budou upraveny tak, aby vyhovovali městskému prostředí, ale stále umožňovaly dynamické a progresivní tvarové řešení.

Obr. 5- 1 Upravená varianta III

Zvolené předběžné rozměry na základě horského kola:

- Velikost rámu: L
- Délka sedlové trubky: 500 mm
- Efektivní dálka horní rámové trubky: 603 mm
- Délka hlavové trubky: 135 mm
- Hlavový úhel: 71°
- Rozvor: 1080 mm
- Velikost kol: 29‘‘
- Celková hmotnost: odhadem cca. 15 Kg

Materiály:

- Rám: Karbon
- Úložný prostor: Kombinace plastu a textilu
- Řídítka: Karbon
- Přední vidlice: Karbon
- Sedlovka: Karbon

5.2 Odhad výrobních nákladů

5.2.1 Odhad ceny

Pořizovací cena zvoleného motoru a baterie je v součtu cca. 35 000,- Kč. Nákladné budou také zvolené materiály a výroba. Dále je nutno také zakomponovat doplňky a další mechanismy jako jsou např. brzdy. Pokud chceme docílit bezpečného, komfortního a praktického městského elektrokola je nutné počítat s vyšší pořizovací cenou cca. 70 000,- Kč. Tento předpoklad nepřekračuje aktuální cenovou nabídku současných výrobců.

5.2.2 Předpokládaný objem výroby

Při zahájení výroby se předpokládá malosériová produkce s následným přechodem na velkosériovou v horizontu 2-3 let. Počítá se s výrobou přibližně 8 000 kusů/rok. Předpokládá se převážně evropský trh, který bude cílit na lidi žijící ve městech a jejich okolí.

6 DETAILNÍ NÁVRH

6.1 Tvarové řešení

Tvar finálního konceptu udávají převážně tři hlavní části. Rám elektrokola, který je dominantou celého produktu, úložný prostor a přední vidlice. Dále se na tvarovém řešení podílí také sedlová trubka, sedlo, řídítka a další menší komponenty, aby finální návrh působil uceleným dojmem.

Obr. 6- 1 Finální design

6.1.1 Rám

Je nejdůležitějším vizuálním prvkem. Jedná se o rám typu unisex, který byl celý vystavěn na základě vnitřních komponentů (elektromotor, baterie a hnací ústrojí). Proto byla navržena dynamická konstrukce, díky které dostává návrh vlastní „tělo“ a odlišuje se od klasického jízdního kola. Z bočního pohledu je tvořen hlavní křivkou, která běží středem po celé délce od hlavové trubky až na konec zadní stavby rámu. Od ní jsou odsazeny do obou stran další dvě křivky, které pak definují jeho hlavní linie. Spodní křivka byla odsazena tak, že je celá část pod středovou linií rámu zkosena směrem dovnitř a po celé délce probíhá ostrá hrana,

která ji zvýrazňuje. Ve středové části rámu, kde je uložena baterie, si rám zachovává konstantní šířku. Naopak v oblasti zadní stavby a propojení s hlavovou trubkou se křivky lehce sbíhají a dochází tak k vizuálnímu i fyzickému odlehčení. Jelikož byl zvolen středový

elektromotor bylo nutné rám ve spodní části upravit tak, aby do nedošlo k narušení tvarového řešení a zároveň do něj mohl být tento komponent umístěn. Prostor pro baterii vychází z jejích rozměrů, aby bylo možné ji pohodlně umístit do rámu. Její kryt kopíruje tvar spodní části rámu a vyznačuje její pozici díky tenké spáře.

Obr. 6- 2 Geometrie rámu elektrokola

Šířka rámu se v jednotlivých částech liší. Nejširší je rám v oblasti kolem baterie díky jejím rozměrům. Směrem k hlavové trubce se rám zužuje, aby došlo k plynulému propojení těchto dvou částí. Od elektromotoru se rám rozbíhá do dvou částí, které tvoří zadní stavbu. Její rozteč definuje náboj zadního kola a komponenty hnacího ústrojí. Koncept Ceramic Speed,

který byl zvolen jako hnací ústrojí elektrokola také vyžaduje určité specifické úpravy rámu. Aby bylo možné tento mechanismu uschovat za zadní stavbu, je v oblasti za motorem otvor, kterým prochází hřídel, který propojuje přední talíř se zadními převody. Dále je rám v pravé zadní časti vybroušen tak, aby měli ostatní části mechanismu dostatečný prostor.

Sedlová trubka je napojena do rámu v oblasti nad elektromotorem a má společnou osu s jeho středem. Je geometricky tvarovaná, aby vizuálně ladila se zbytkem a zároveň slouží jako naváděcí prvek pro umístění a ukotvení úložného prostoru.

Po vzhledové stránce je rám úplný až po umístění úložného prostoru. Není zamýšleno, že by tento rám byl používán bez něj. Teoreticky by to bylo možné, pokud by byly provedeny

určité úpravy v konstrukci, ale není to plánováno. Na závěr jsou některé části rámu zaobleny, aby došlo k optické redukci hmoty a odlehčení.

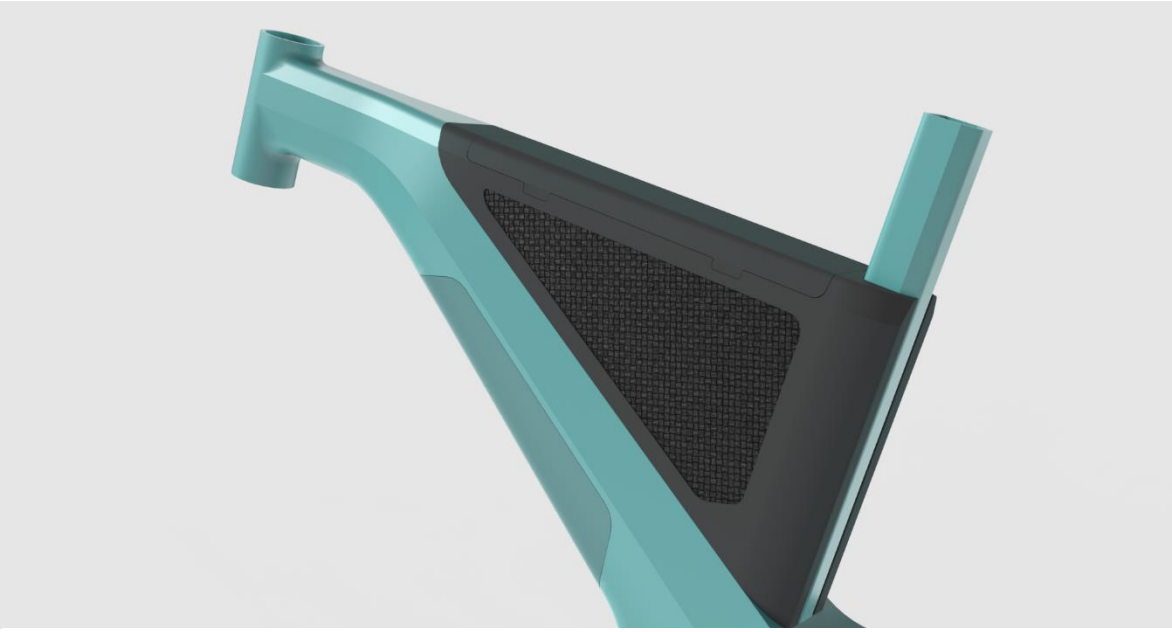
Obr. 6- 3 Zadní stavba a vybrání pro umístění hnacího ústrojí

6.1.2 Úložný prostor

Jeho tvar vychází z výřezu v horní části rámu a vyplňuje trojúhelníkový prostor nad baterií díky čemuž dochází k optickému zpevnění celé konstrukce. Jak již bylo zmíněno je naveden na sedlovou trubku, kterou poté částečně zakrývá. Jeho horní hrany jsou zkoseny stejně jako rám, aby na sebe plynule navazovali a došlo ke vizuálnímu souladu obou částí.

Obr. 6- 4 Rám s připevněným úložným prostorem

Tato zkosená část je dále rozčleněna a slouží jako vyklápěcí kryt, který je z levé strany propojen se zbytkem úložného prostoru panty. Na pravé straně se nachází vybrání, které umožňuje jednoduché a intuitivní otevírání.



Obr. 6- 5 Propojení krytu s úložným prostorem

Úložný prostor je tedy tvořen krytem a pevnou konstrukcí, která zaručuje konzistentní tvar a umožňuje jej umístit a upevnit na rám. Boční strany této konstrukce jsou následně rozčleněny geometrickým útvarem, který utvářejí křivky odsazené z rámu. Dochází tak ke značné redukci hmoty. Tyto vzniklé otvory jsou následně vyplněny textilní materiálem, který přináší zajímavý kontrast do této na první pohled robustní konstrukce. Toto vybrání by bylo možné také nahradit podobně tvarovaným prolisem z obou stran.

6.1.3 Přední vidlice

Přední vidlice je inspirována zadní stavbou rámu. V místě, kde je vidlice propojena s rámem je její průměr identický s hlavovou trubkou. Rozteč vidlice definuje náboj předního kola a její ostatní rozměry jsou definovány velikostí předního kola a ostatních komponentů. Aby byla vidlice vzhledově sladěna s rámem, běží od spodního konce díky dvěma zkoseným plochám ostrá hrana, která se postupně vytrácí směrem k hlavové trubce. Na závěr jsou ostatní ostré hrany zaobleny a v horní oblasti, kde se obě části vidlice sbíhají dochází k plynulému přechodu směrem k hlavové trubce.

Obr. 6- 6 Ostrá středová hrana vidlice

6.1.4 Ostatní části doplňující tvarové řešení

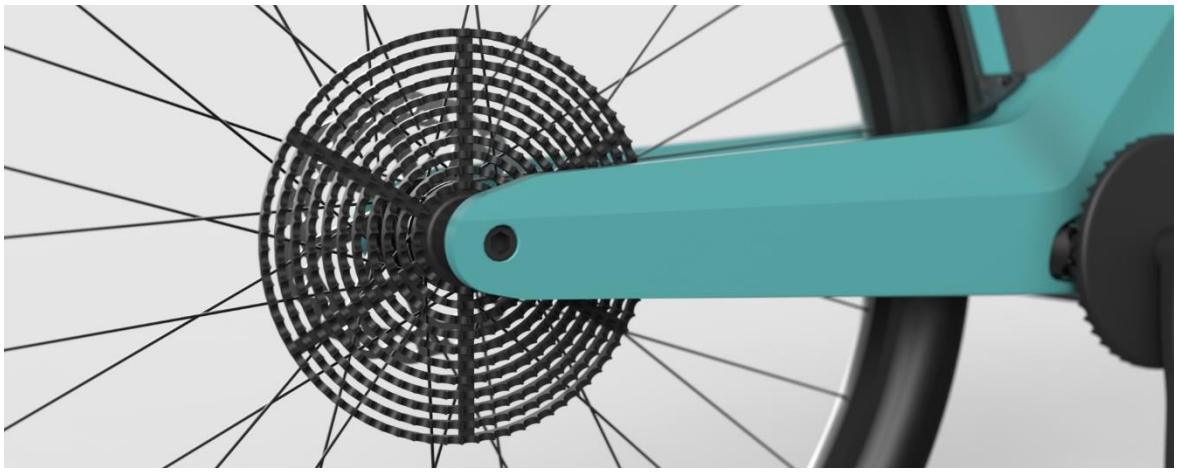
Sedlo elektrokola je trvale propojeno se sedlovkou, která vychází z tvaru sedlové trubky rámu, jedná se tedy o jednu část. Její geometrické tvarování je vhodné pro následné integrování zadního světla. Světlo však není přímo součástí sedlovky a je tak možné jej v případě poruchy jednoduše vyměnit. Polstrovanou část sedla definuje hlavní prohnutá plocha a další dvě které se k ní sbíhají. Následně byly tyto plochy ořezány křivkou, která definuje rozměry sedla v pohledu ze shora. Vzniklo tak geometrické sedlo, které však umožňuje pohodlné sezení a zároveň vizuálně ladí s ostatními částmi elektrokola.

Obr. 6- 7 Sedlo s integrovaným zadním světlem a blinkry

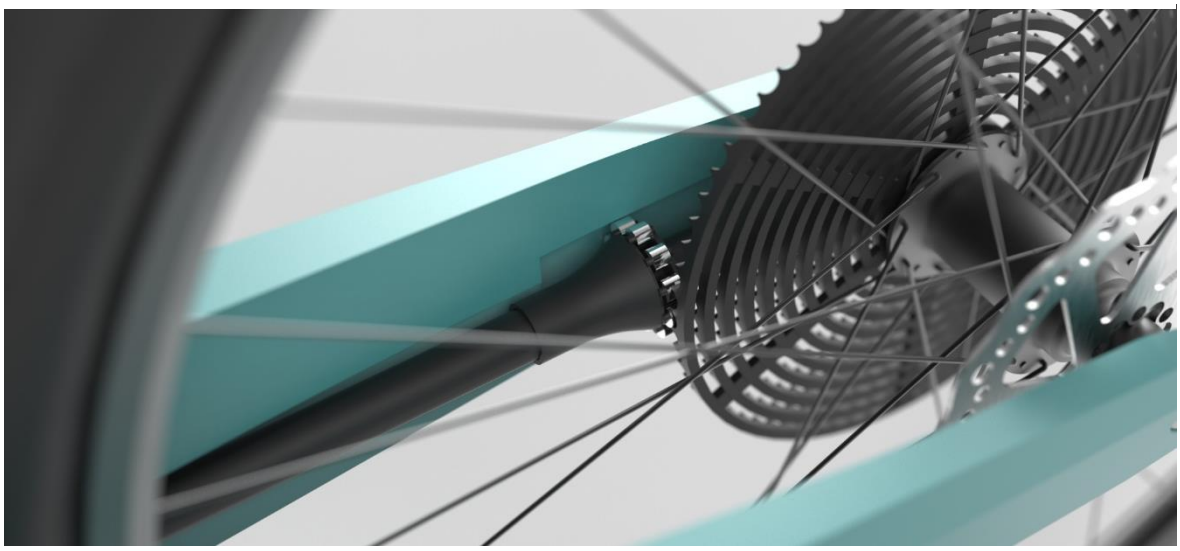
Pro řídítka byl vytvořen geometrický profil, který je veden po křivce s lehkým prohnutím. Díky tomu se řídítka dostávají blíže k uživateli a elektrokolo se tak lépe ovládá. Na první pohled však řídítka působí rovným dojmem. Z čelního pohledu je mezi rukojeťmi zabudováno přední světlo. Dále byly řídítka seříznuty, a to jak z horního pohledu uživatele, tak z čelního pohledu v oblasti pod zabudovaným světlem.

Obr. 6- 8 Přední světlo zabudované do středu řídítek

Tvar hnacího ústrojí vychází z použitého konceptu CeramicSpeed. Jelikož je jeho velká část uschována za zadní stavbou nemá na vzhledu příliš velkou roli. Je však vhodné zmínit jeho zadní ozubené kolo (kazetu), které je po tvarové stránce hezkým technickým prvkem elektrokola. Proto není zakrytováno a je dominantním prvkem středu zadního kola.



Obr. 6- 10 Zadní ozubené kolo (kazeta)



Obr. 6- 9 Uložení konceptu CeramicSpeed

Přední ozubené kolo je podobné tomu použitému ve funkčním prototypu výrobce a zjednodušeno, aby na sebe nepřitahovalo příliš pozornosti. Talíř je společně s klikou propojen s elektromotorem. Tvarové řešení kliky je podmíněno její funkci. Proto z čelního pohledu v jejím středu dochází k lehkému vychýlení směrem od rámu. Díky tom nedochází při šlapání ke kolizi se zadní stavbou.

Obr. 6- 11 Propojení kliky s předním talířem

Dále byly navrženy pedály elektrokola, které jsou připevněné na kliku v její spodní části. Jsou tvarově různé rozčleněny, aby nedocházelo k prokluzování obuvi cyklisty. Jejich členění je důležité také z pohledu tvarového řešení. Bez této optické redukce přitahují příliš pozornosti, a i když se zdají jako zanedbatelný prvek můžou značně narušovat celkový vzhled.

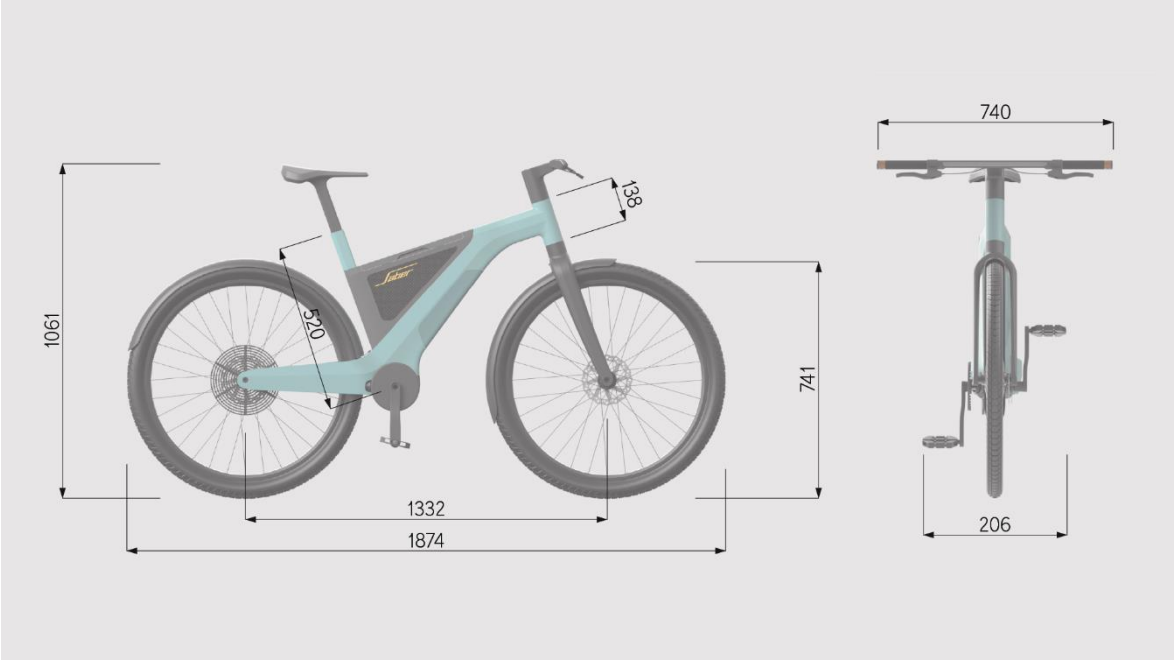
Elektrokolo je vybaveno koly velikosti 29‘‘. Byly vybrány širší pláště, než je u běžného městského kola zvykem, z důvodů posilnění komfortu a redukce vibrací při jízdě. V běžném případě široké pláště dělají jízdu na kole namáhavější, jelikož se však jedná o elektrokolo je tento problém eliminován asistencí pohonu z elektromotoru. Na závěr jsou pláště opatřeny dezénem, který je typický pro městské prostředí a lehký terén.

Obr. 6- 12 Zadní pohled na konstrukci

6.2 Konstrukčně technologické řešení, Ergonomie a použité materiály

6.2.1 Rozměrové řešení

Jak již bylo zmíněno, inspirací pro rozměrové řešení byl rám horského kola, o velikosti L, kvůli jeho dynamické konstrukci. Tyto rozměry byly dále podle potřeby upravovány. Na obrázku (obr. 6.13) můžete vidět finální rozměry elektrokola.

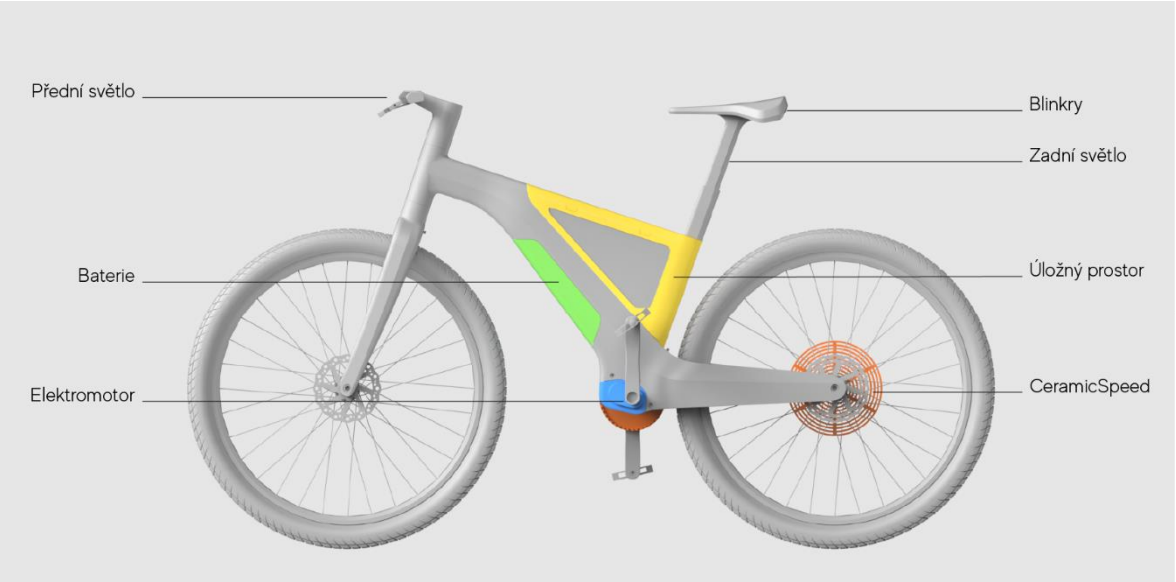


Obr. 6- 13 Rozměrové řešení

Jeho celková šířka je 1874 mm a výška 1061 mm. Rozvor elektrokola je 1332 mm což víceméně vychází z rozvoru rámu horského kola a umožňuje využití větších kol. Hlavová trubka je dlouhá 138 mm aby byla dostatečně odolná vůči namáhání. Sedlová trubka je dlouhá 520 aby podpořila městský vzhled kola. Celková délka řídítek je 740 mm, což je více než bývá zvykem. Je to zapříčiněno rozšířením řídítek o prvky světelné signalizace. Nicméně rukojeti jsou od sebe ve stejné vzdálenosti, jak je u jízdního kola zvykem, a nemělo by dojít ke zhoršení ovladatelnosti. Rozteč klik je 206 mm což posiluje komfort při jízdě. Přední a zadní kolo má identické rozměry a byl zvolen ráfek o velikosti 29‘‘. V kombinaci se širokými plášti je průměr celého kola 741 mm.

6.2.2 Vnitřní komponenty

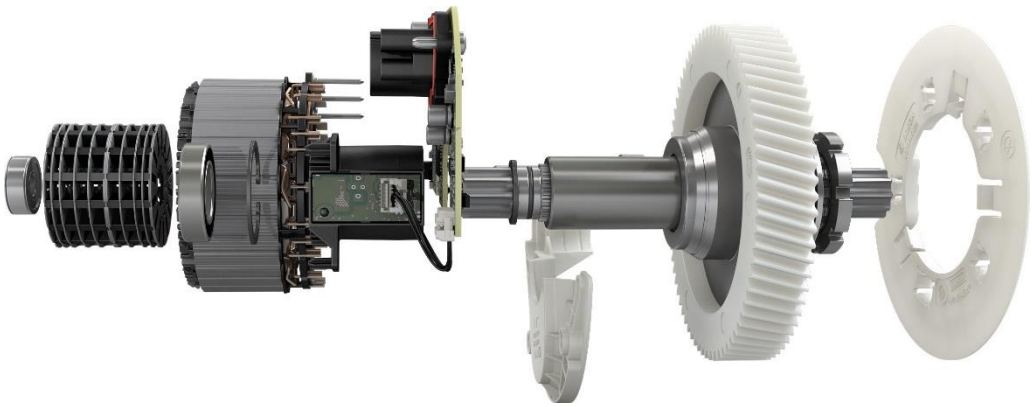
Na obrázku (obr. 6-14) můžete detailněji vidět rozmístění jednotlivých funkčních komponentů elektrokola.



Obr. 6- 14 Schéma jednotlivých komponentů

Středový elektromotor

Elektrokolo je vybaveno středovým elektromotorem. Jeho zakrytování bylo upraveno, aby vyhovovalo tvarovému řešení, ale po technické stránce se jedná o elektromotor Active Line Plus od značky Bosch. Jedná se o řadu cílenou na městská elektrokola, která poskytuje elektrokolu dostatečnou asistenci pohonu do 25 km/h. Umožnuje volbu mezi čtyřmi režimy asistence TURBO, SPORT, TOUR a ECO. Poskytuje nominální výkon 250 W a umožňuje točivý moment až 50 Nm. Je vybaven torzním sensorem, takže nedochází k prodlevě asistence a jízda působí plynulým dojmem. Jeho hmotnost je 3,2 kg.



Obr. 6- 15 Vnitřní komponenty středového motoru Bosch Active Line [43]

Rámová baterie

Jelikož je vhodné zvolit stejnou značku jednotlivých komponentů elektrifikační soupravy byla pro elektrokolo vybrána rámová Li-Ion baterie Bosch PowerTube 500, která je vhodná pro všechny typy elektrokol. Má kapacitu 13,4 Ah a napětí 36 V s energetickou hodnotou cca 500 Wh což odpovídá dojezdu zhruba 90 Km. Ten je však ovlivněn různými vlivy (venkovní teplota, zátěž, režim asistence, stáří baterie), a proto se jedná pouze o odhad. Nicméně je tato baterie pro městské elektrokolo dostačující. Její rozměry jsou 349x84x65 mm a jelikož jí byl rám přizpůsoben je jí možno do něj pohodlně umístit. Výrobce uvádí že se standardní nabíječkou ji lze dobít z 0 na 100 % za 4,5 hodiny. Je instalována přímo výrobcem, jelikož je její kryt vždy přizpůsoben rámu daného elektrokola. Hmotnost baterie je 2,9 kg.

Obr. 6- 16 Vnitřní komponenty středového motoru Bosch Active Line [43]

Osvětlení

Přední osvětlení je zaintegrováno v řídítkách elektrokola. Jedná se o skupinu 11 LED diod, které společně vytváření dostatečné množství světla. Diody jsou zakrytovány transparentním plastovým krytem, který je tónován do světle modré barvy.

Obr. 6- 17 Přední světlo

Pro zadní světlo bylo vytvořeno vybrání v zadní části sedlovky. Toto vybrání se nachází v její celé délce, aby v případě změny výšky sedla bylo stále zajištěno dostatečné osvětlení. Následně je v tomto vybrání uchycen transparentní plastový kryt červené barvy. V případě brždění dojde k rozsvícení více diod, aby došlo ke světelnému upozornění ostatních účastníku provozu na tuto činnost.

Obr. 6- 18 Zadní osvětlení a blinkry

Dále jsou pod sedlem a na koncích řídítek umístěny blinkry, aby mohl cyklista upozornit na změnu směru jízdy pomocí světelných signálů. Vedle pravé rukojeti řídítek je umístěný ovladač se dvěma tlačítky. Ty jsou určeny pro aktivaci tohoto osvětlení. Horních z nich aktivuje blinkry na levé straně kola, dolní naopak ty na straně pravé.

Řízení

Pro řízení elektromotoru slouží ovladač, pomocí kterého lze měnit stupeň asistence. Je umístěn vedle levé rukojeti řídítek a je vybaven dvěma tlačítky. Ty jsou značeny symbolem plus a mínus, což je běžné označení i u jiných současně nabízených ovladačů. Klasický displej elektrokola nahrazuje chytrý telefon a mobilní aplikace. Ukázka a vysvětlení jejích funkcí je podrobněji popsáno v kapitole grafické řešení.

Obr. 6- 19 Tlačítka pro ovládání asistence pohonu

Souhrn technických parametrů

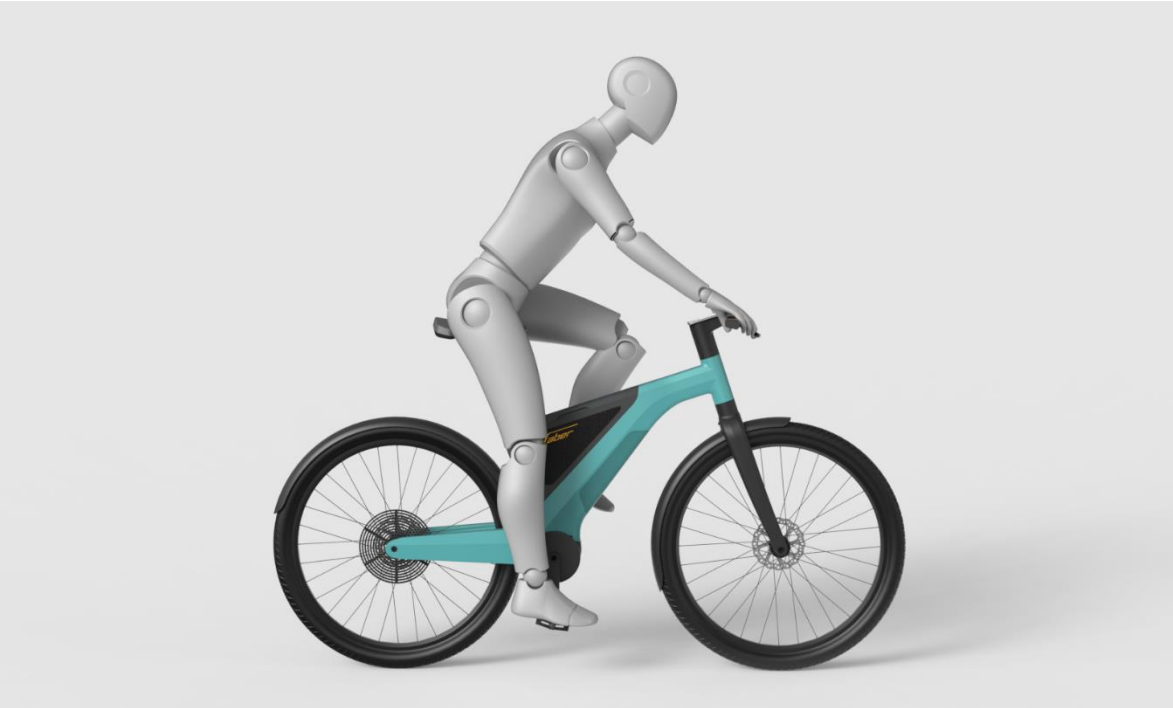
Maximální možný dojezd elektrokola na jedno nabití je 90 km. Kapacita baterie je 13,4 Ah a se standartní nabíječkou ji lze do plna dobít za necelých pět hodin. Maximální rychlost 25 Km/h je dána legislativou. Nominální výkon elektromotoru je 250 W s maximálním točivým momentem 50 Nm což je dostačující pro městské prostředí i rekreační využití v jeho okolí. Kvůli využití karbonu jako hlavního materiálu by se hmotnost elektrokola měla pohybovat kolem 14 kg (Elektromotor a baterie váží dohromady 6,1 kg).

Souhrn konstrukčních parametrů finálního produktu:

- Hmotnost: 14 kg
- Elektromotor: Bosch Active Line Plus, středový
- Výkon: 250 W
- Točivý moment: max. 50 Nm
- Typ baterie: Rámová, Li-Ion
- Kapacita baterie: 13,4 Ah
- Čas dobíjení ze sítě: 4,5 hod
- Maximální dojezd: 90 km
- Maximální rychlost: 25 km/h
- Konstrukční materiály: Karbon, ABS plast, Nylon, Kaučuk, Polyuretan

6.2.3 Ergonomické řešení

Ergonomie je pro návrh elektrokola velmi důležitá již z pohledu konstrukčního řešení. Je totiž důležité zvolit vhodné rozměry rámu, aby byla jízda na kole pro člověka pohodlná. Tento ergonomický aspekt by měl být splněn, jelikož finální konstrukce vychází z již definovaných rozměrů existujícího jízdního kola o velikosti L. Ta vyhovuje lidem s výškou v rozmezí 175-190 cm. V podstatě se jedná o střední velikost, která by měla pokrýt většinu uživatel a pro návrh konceptu je toto řešení dostačující, nicméně v případě produkce by byla zajištěna minimálně také velikost M (160-174 cm) a XL (191 cm a více).



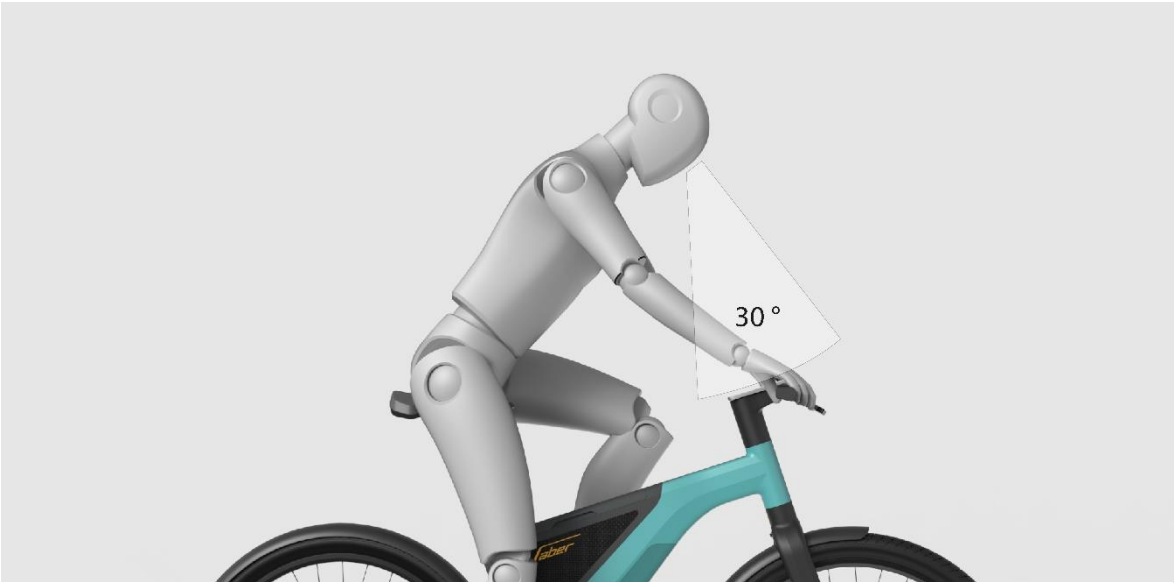
Obr. 6- 20 Ergon s výškou 180 cm sedící na elektrokole

Řídítka

I přes geometrické tvarování řídítek je stále zajištěn pohodlný úchop, který je v souladu s ergonomií. Cílem bylo, aby rukojeti kopíroval tvar řídítek a nenarušovali jejich čistý tvar. Proto bylo zajištěno, aby průřez tohoto profilu vycházel z kruhu o průměru 35 mm, což je standartní rozměr rukojetí jízdních kol. Řídítka jsou lehce prohnuty směrem k uživateli pro pohodlnější manévrovatelnost.

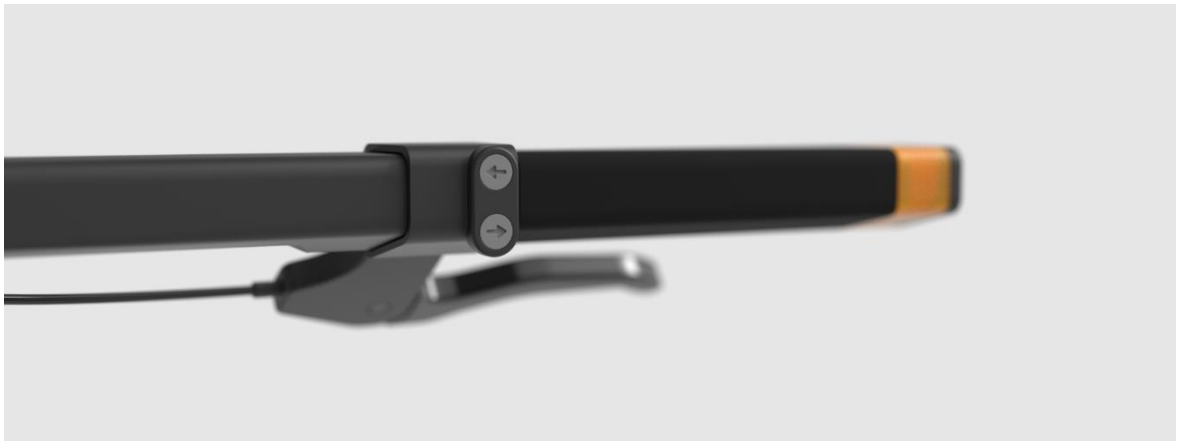
Obr. 6- 21 Umístění telefonu na řídítka

Dále je na řídítkách v oblasti nad hlavovou trubkou zabudován magnetický držák pro chytrý telefon. Ten po umístění do držáku slouží díky mobilní aplikaci také jako hlavní displej elektrokola, s kterým je propojen pomocí Bluetooth. Proto je tento držák umístěn pod vhodným úhlem, aby na něj uživatel dobře viděl. Následně aplikace slouží uživateli jako navigace, zobrazuje stupeň asistence, jízdní režim či stav baterie.



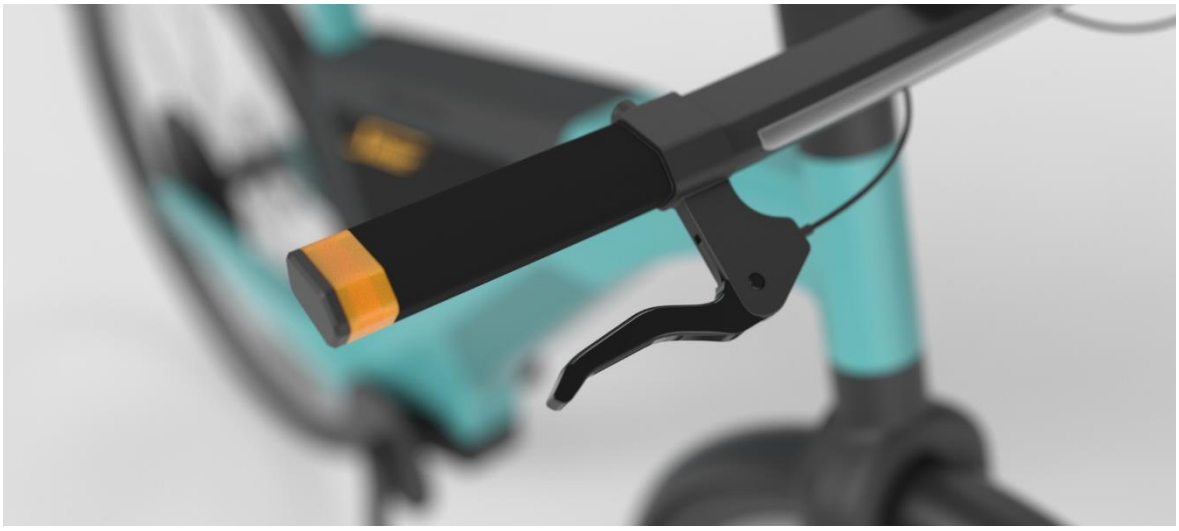
Obr. 6- 22 Zorný úhel uživatele na displej mobilního telefonu

Aby nemusel při jízdě uživatel manipulovat přímo s telefonem jsou vedle rukojetí umístěny již zmiňované ovladače, které umožňují ovládat světelnou signalizaci a stupně asistence. Jsou umístěny v ideální vzdálenosti od rukojeti a mají vhodnou velikost, aby bylo možné jejich tlačítka pohodlně ovládat palci.



Obr. 6- 23 Ovladač blinkrů

Poslední součástí řídítek, která je ovlivněna ergonomií jsou brzdové páčky. Ty byly umístěny pod vhodným úhlem v dostatečné vzdálenost od rukojeti, aby bylo zajištěno pohodlné použití a zároveň uživateli nepřekáželi.



Obr. 6- 24 Brzdové páčky

Pedály

Jsou umístěny na kliky s dostatečnou roztečí, aby měl uživatel chodidla v pohodlné vzdálenosti od sebe a dobře se mu šlapalo. Dále byly pedály tvarovány tak aby po umístění chodidel v obuvi při šlapání neprokluzovali a byly dostatečně široké.

Sedlo

Umístění sedla definuje sedlová trubka, která je vedena pod komfortním úhlem. Sedlo je do ní umístěno díky sedlovce, jejíž výšku může uživatel upravit na základě potřeby. Pro usnadnění nastavování její výšky jsou po stranách vygravírovány odstupňované drážky. Dále je zaopatřeno dostatečnou vrstvou polstrování, aby bylo zajištěno pohodlní sezení.

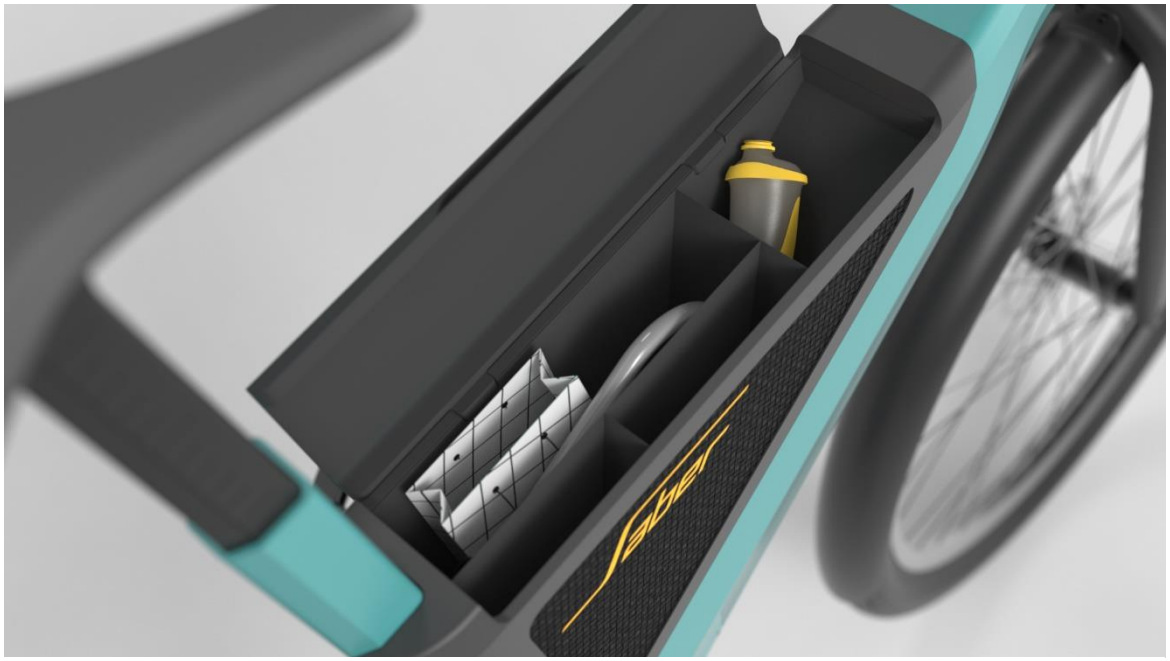
Obr. 6- 25 Drážky pro upřesnění polohy sedla

Úložný prostor

Z pravé strany se na jeho krytu nachází vybrání, které slouží jako madlo pro jeho otevírání. Rozměrově je dostatečné velký, aby do něj mohl uživatel umístit prsty a pohodlně jej odklopit.

Obr. 6- 26 Madlo na krytu úložného prostoru

Pro úložný prostor byl navržen také organizér, který jeho prostor rozdělí na několik menších komor a umožní uživateli přehlednější umístění menších předmětů (servisní sada, náhradní duše, zámek, pláštěnku atd.). Pokud je tento organizér z prostoru vyjmut může uživatel využít jeho celý prostor pro větší předměty. Díky konstrukci, která kombinuje ABS plast s nylonem, dokáže tento prostor mírně expandovat (cca. 1-2 cm) do stran a přizpůsobí se uloženým předmětům. Aby byli předměty chráněny proti krádeži v nepřítomnosti majitele, je nylonová část posilněna speciálním textilním materiálem, díky kterému je schopná odolat probodnutí či prořezání. Objem úložného prostoru je necelých 5 litrů.



Obr. 6- 27 Organizér umístěný v úložném prostoru

Pokud se tento textilní prvek jevil jako problematický, mohla by být celá konstrukce z ABS plastu a její textilní část nahrazena tvarově identickým prolisem, jako na reálném modelu.

6.2.4 Použité materiály a technologie

Zvolené materiály

Jako hlavní materiál pro jednotlivé části (rám, řídítka, vidlice, sedlovka) byl vybrán karbon. Díky tomu je rám elektrokola velmi lehký a dostatečně tuhý což má pozitivní vliv na jízdní vlastnosti. Velkou výhodou je že volba tohoto materiálu a příslušné technologie umožní vyrobit navržené tvarové řešení. Nevýhodou je nízká odolnost karbonových rámu vůči těžkým pádům nebo střetům s ostrou hranou, nicméně v městském prostředí k těmto incidentům příliš často nedochází. Volba tohoto materiálu také zvedá pořizovací cenu elektrokola.

Konstrukce úložného prostoru a otvor jsou vyrobeny z ABS plastu, aby drželi požadovaný tvar a bylo možné je umístit na rám. Boční části jsou vyplněny textilní vložkou. Ta je tvořena dvěma vrstvami nylonu, mezi které je umístěna látka schopná odolat prořezaní či probodnutí. Díky tomu je obtížné úložný prostor vykrást.

Rukojeti jsou vyrobeny z pryže, aby při jízdě neprokluzovali. Konstrukce sedla je karbonová a jeho polstrování potažené z polyuretanu.

Zvolené výrobní technologie

Výrobní proces karbonových částí je poměrně komplikovaný, jelikož je z velké části prováděn ručně. Nejprve musí být z karbonové fólie nařezány jednotlivé kousky v určitých tvarech, ze kterých je pak každá část tvořena. V případě rámu se může jednat až o stovky těchto menších výřezů. [45]

Obr. 6- 28 Příprava formy pro výrobu karbonového rámu [46]

Následně je použit přípravek, který definuje základní tvar. Ten musí být v několika vrstvách obalen expandovatelným polystyrenem. Na něj jsou postupně, podle předem definovaného postupu, lepeny jednotlivé kousky fólie tak aby se vlákna různé překrývaly.

Následně je přípravek vložen do ocelové formy, kterou je nutné zavákuovat, natlakovat na 12 barů a ohřát na zhruba 130 °C. Následně je forma vytažena a asi 40 min ponechána v klidu, aby došlo k vytvrzení pryskyřice obsažené v polystyrenu, která se zahřátím spojila s karbonovými vlákny. Dojde tak k uhlazení tvaru a zacelení veškerých mikrotrhlin v konstrukci.

Poté jsou odstraněny přípravky a zbytky polystyrenu. Všechny části jsou pak spojeny dohromady a v jejich spojích přelepeny novou vrstvou karbonových vláken. Následně jsou slepeny dohromady nebo můžou být vloženy do formy určené k jejich spojení. Výsledkem je bezešvá konstrukce, kterou lze povrchově upravit. [45]

Pro výrobu konstrukce úložného prostoru bude vyrobena příslušná forma společně s potřebnými přípravky. Následně bude využita technologie vstřikování plastů.

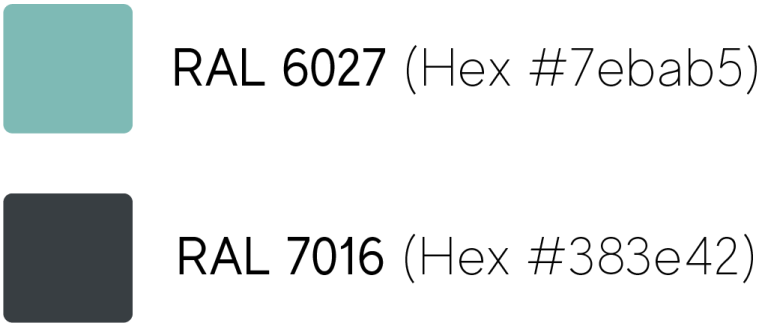
6.3 Barevné a grafické řešení

6.3.1 Barevné řešení produktu

Barevné řešení I

Obr. 6- 29 Varianta I

První barevné řešení využívá jako hlavní tyrkysovou barvu RAL 6027, která je výtonována šedou pro dosažení tmavšího odstínu. Kryt baterie vždy využívá tmavší variantu barvy rámu, aby mezi nimi došlo ke kontrastu. Pro úložný prostor byla vybrána tmavě šedá barva RAL 7016 následně do ní byla přimíchána v malém množství barva rámu. Výsledkem jsou tmavě zelené odlesky úložného prostoru, které tyto dvě části propojují. Logotyp je v tomto případě tónován do oranžové barvy a obohacuje barevné řešení teplou barvou. Pro zbylé části elektrokola byla zvolena 85 % šedá.

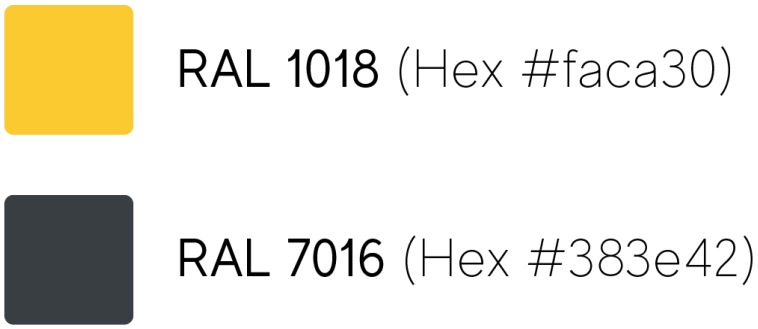


Obr. 6- 30 Zvolené barvy podle systému RAL

Barevné řešení II

Obr. 6- 31 Varianta II

Druhé řešení volí cestu výraznější teplé oranžové barvy RAL 1018. Kryt baterie je znovu oproti rámu ztmaven pro dosažení požadovaného kontrastu. Pro úložný prostor byla znovu zvolena tmavě šedá barva RAL 7016 a následně vytónována oranžovou barvou rámu. Proto i v tom případě odlesky úložného prostoru tuto barvu lehce připomínají. Barva logotypu je v tomto případě tyrkysová s větším podílem zelené barvy a barevnému řešení dodává studenou barvu. Zbylé části opět využívají 85 % šedou.

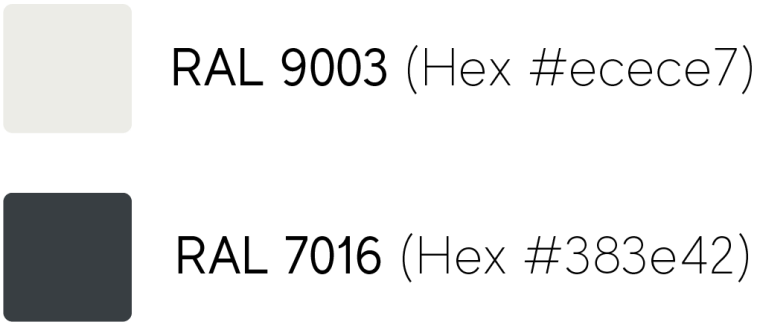


Obr. 6- 32 Zvolené barvy podle systému RAL

Barevné řešení III

Obr. 6- 33 Varianta III

Třetí varianta sází na jistotu neutrálního barevného řešení. Hlavní barva rámu je RAL 9003. Jedná se o bílou barvu s 3 % podílem šedé. Kryt baterie je i v tomto případě vytónován do tmavší verze této barvy. Následně byla tato barva přimíchána i do šedé barvy úložného prostoru, který si díky tomu od zbylých částí odlišuje světlejším odstínem. Logotyp v této variantě laděn v zelených tónech a je tak jediným barevným prvkem celkového řešení. Zbylé části i v tomto případě využívají 85 % šedou barvu.



Obr. 6- 34 Zvolené barvy podle systému RAL

6.3.2 Grafické řešení produktu

Logotyp

Pro produkt bylo zvoleno jméno Saber, ze kterého byl následně vytvořen logotyp. Počáteční písmeno S je inspirováno hlavní linií rámu elektrokola a je lehce odsazeno od ostatních písmen. Celý název je veden pod úhlem zlomu písmena S. Některé rohy písmen byly ponechány ostré pro posilnění dynamického vzhledu. V každém písmenu jsou obsaženy určité podobnosti, aby logotyp působil uceleným dojmem.

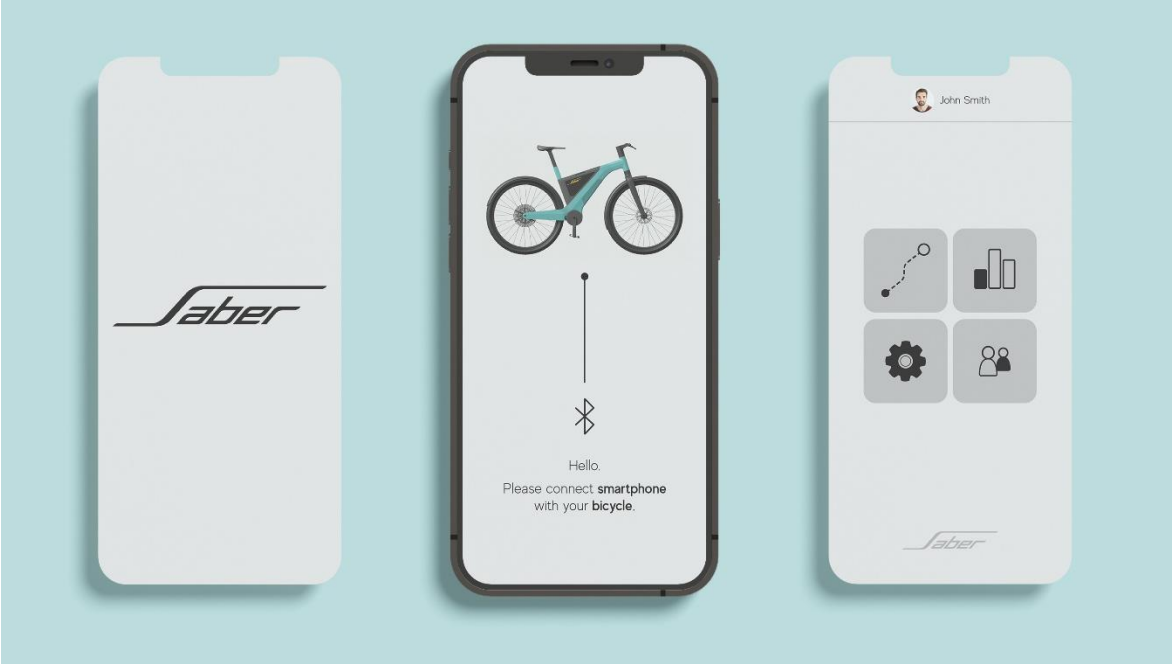
Obr. 6- 35 Logotyp produktu

Logotyp je natištěn na nylonu použitém v úložném prostoru. Jeho barva je vždy volena na základě barvy rámu, aby logotyp konstrukci obohatil o teplý nebo studený odstín.

Mobilní aplikace

Aby bylo možné využít chytrý telefon jako displej elektrokola, byla navržena mobilní aplikace. Po jejím prvním spuštění je uživatel vyzván, aby spároval mobilní telefon s elektrokolem pomocí Bluetooth.

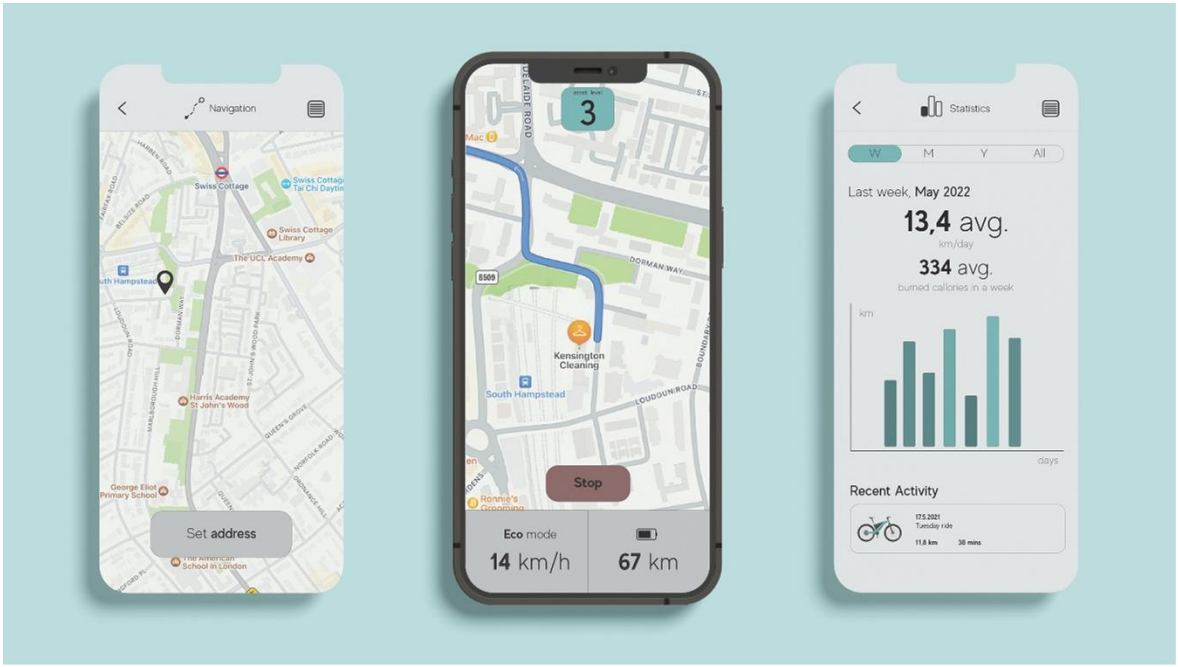
Následně je zpřístupněno hlavní menu aplikace, které bylo navrženo v jednoduchém stylu, aby bylo dostatečně intuitivní. V horní části se nachází profil uživatele. Uprostřed jsou čtyři hlavní ikony, přes které se uživatel dostane k navigaci, nastavení elektrokola, statistikám jízdy nebo komunitnímu centru.



Obr. 6- 36 Úvodní část mobilní aplikace

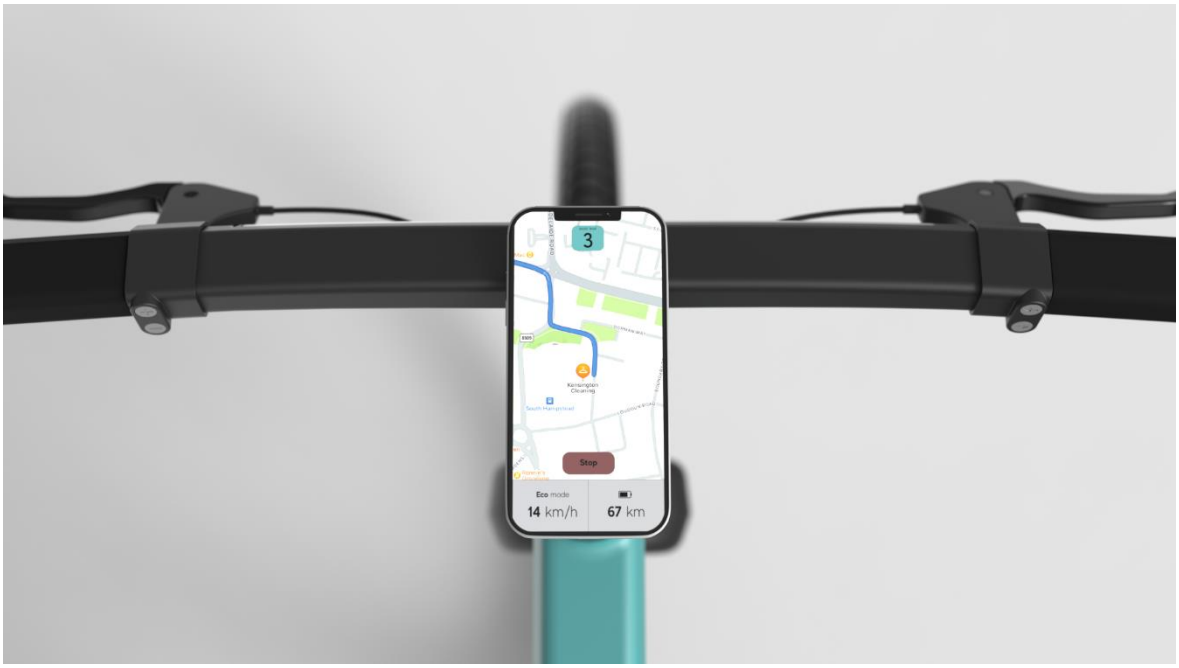
Navigace funguje společně s defaultní aplikací map každého telefonu. Po nastavení požadované destinace se uvedena do funkce a její rozhrání z velké části vyplňuje právě mapa s trasou, aby se podle ní uživatel mohl přehledně řídit. Ve spodní části jsou v reálném čase zobrazovány informace o rychlosti a dojezdu baterie. V horní části displeje může uživatel sledovat aktuální zvolený stupeň asistence, který lze ovládat pomocí již zmiňovaného ovladače umístěného na řídítkách. Jízdní módy (ECO, TOUR, SPORT a TURBO) lze měnit pomocí dvojitého stisknutí horního tlačítka na ovladači. Aktuální jízdní mód je na displeji zobrazen nad rychlostí.

Aplikace zaznamenává jednotlivé jízdy v sekci statistik. Jsou zde zaznamenávány najeté kilometry za určité období, aktivita cyklisty nebo třeba průměrné rychlosti. Dále by tato sekce mohla sloužit k zobrazování statistik spojených s dobíjením baterie a pomáhat uživateli s její údržbou za účelem delší životnosti.



Obr. 6- 38 Navigace a prohlížení statistik

Komunitní centrum aplikace by mohlo sloužit jako prostor, kde by mohli uživatelé navzájem sdílet své statistiky a porovnávat se s ostatními uživateli elektrokol Saber. Mohli by zde probíhat různé týdenní či měsíční výzvy, jako tomu je u různých sportovních aplikací, s cílem motivovat uživatele k častějšímu využití elektrokola a aktivnějšímu životnímu stylu.

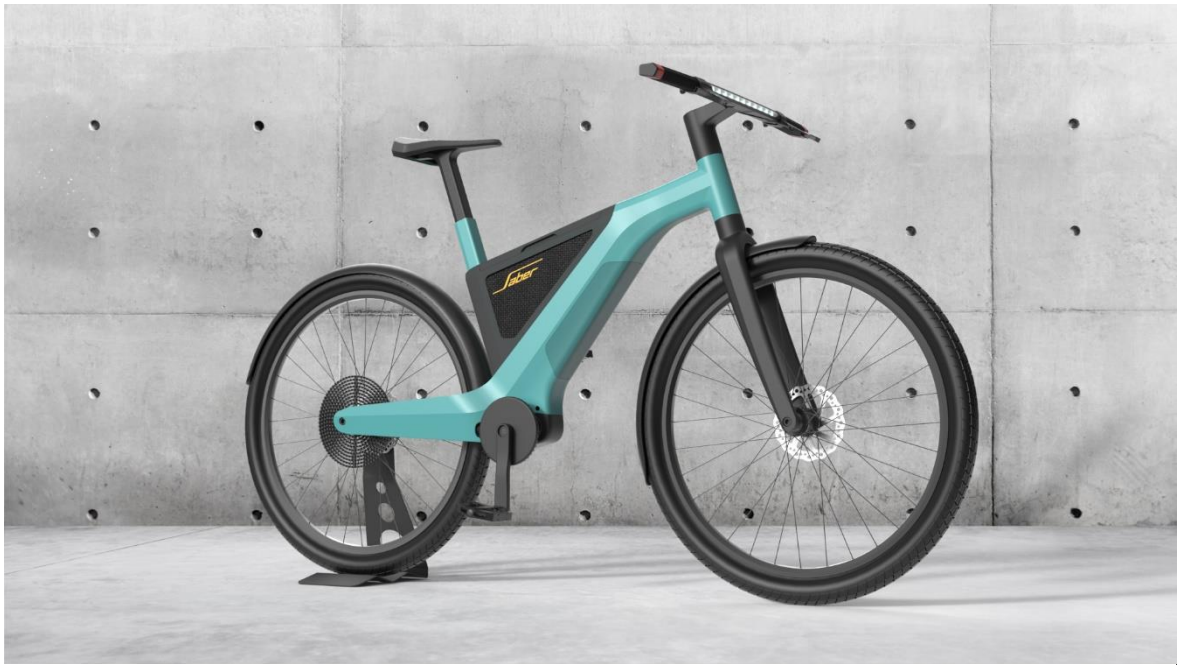


Obr. 6- 37 Aplikace z pohledu cyklisty

6.4 Udržitelnost produktu

Z pohledu historie tohoto produktu jsou jízdní kola obecně dlouhodobě udržitelný dopravní prostředek, jehož popularita stále roste. Je však otázkou, zda to platí také pro elektrokola. Obecně jsou velmi populární a poptávka po tomto produktu stále roste. Dá se tedy předpokládat, že praktické městské elektrokolo s nadčasovým vzhledem by po estetické a funkční stránce mohlo být dlouhodobě udržitelné. Po stránce technické už spíše ne, jelikož dochází ke stárnutí baterie a musí se počítat s možnou poruchou elektromotoru. Do budoucna by však tyto problémy mohl vyřešit technologický vývoj v této oblasti.

K životnímu prostředí je však tento dopravní prostředek velmi šetrný právě díky bezemisnímu pohonu. Jedná se o tichý dopravní prostředek, který ulehčuje dopravní situaci ve městech a jeho okolí a podílí se na zlepšení kvality života v tomto prostředí. Z tohoto pohledu je tedy do budoucna dlouhodobě přínosný.



Obr. 6- 39 Elektrokolo v prostředí

6.5 Hodnocení klíčových parametrů

Na závěr je vhodné zhodnotit vytyčené parametry z kapitoly 4.1. Finální design se odlišuje od klasického jízdní kola hlavně díky zakomponování úložného prostoru do jeho rámu, který zásadně ovlivnil tvarové řešení. Jednotlivé komponenty byly čistě zaintegrovány do rámu elektrokola a doplňují celkový vzhled. Elektrokolo je vybaveno dostatečným množstvím světel, které jsou zaintegrovány do jeho částí.

V rámci ergonomie bylo elektrokolo navrženo ve správných rozměrech. Umožňuje nastavení výšky sedla. Díky přehledným světelným prvkům a možnosti upozornit na změnu směru jízdy pomocí blinkrů je elektrokolo bezpečnějším dopravním prostředkem. Sedlo řídítka a pedály jsou v souladu s ergonomickými parametry a zajišťují komfortní jízdu. Úložný prostor elektrokola je navržen pro převoz menších předmětů (servisní sada, náhradní duše, zámek atd.). Pro přehlednost může být vybaven organizérem, který umožňuje organizaci jednotlivých předmětů.

Mobilní aplikace umožňuje propojit elektrokolo s chytrým telefonem, který po umístění do držáku v oblasti řídítek slouží také jako displej. Lze ji využívat pro navigaci, sledování statistik z cest či nastavovat jízdní režimy. V budoucnu by se tato aplikace mohla rozšiřovat o další funkce. Držák slouží také jako indukční nabíječka mobilního telefonu.

Obr. 6- 40 Finální produkt v městském prostředí

7 ZÁVĚR

Je vhodné zhodnotit, zda je finální design v souladu s vytyčenými cíli pro tuto práci. Po stránce tvarování se jedná o progresivní koncept, který je vytvořen tak aby byl v souladu se všemi nezbytnými komponenty a zároveň dává jasně najevo, že se jedná o elektrokolo. Jednotlivé části jsou v tvarovém souladu s rámem. Po vzhledové i konstrukční stránce se elektrokolo vymezuje vůči typickým městským jízdním kolům a přináší inovativní řešení tohoto produktu přesně tak jak bylo plánováno.

Po praktické a funkční stránce je elektrokolo vybaveno veškerými doplňky, které požadovala cílová skupina, a naopak zavrhuje ty o které nebyl zájem. Díky tomu se jedná o produkt, který dokáže dobře fungovat v cíleném prostředí. Po bezpečnostní stránce je kolo vybaveno dostatečným množstvím světel, které jsou plně zaintegrovány v příhodných částech elektrokola a uživatel se tak může bezpečněji pohybovat v městském provozu. Zajímavým prvkem je přidání blinkrů, které eliminují potřebu upozorňovat na změnu směru jízdy pomocí rukou. Cyklista tak má neustále plnou kontrolu nad elektrokolem a na změny v jízdě může upozornit pomocí běžných světelných signálů.

Aby bylo dosaženo požadovaného komfortu při jízdě byly zvoleny širší pláště s městským dezénem pro dostatečnou eliminaci vibrací z lehkého terénu. Dále je kolo vybaveno geometricky tvarovaným sedlem, které plně splňuje veškeré ergonomické parametry a umožňuje pohodlné sezení. Úložný prostor umožňuje převoz menších předmětů (servisní sada, náhradní duše, pláštěnka, peněženka, zámek, přebytečné oblečení, peněženka…) a je vybaven organizérem, díky kterému je jeho používání uživatelsky příjemné. Pozitivní je také fakt, že je tento prostor díky textilním částem schopný lehce expandovat. Dále je kolo vybaveno blatníky, aby nedocházelo k ušpinění uživatele při jízdě.

Dále byla navržena mobilní aplikace, která slouží jako „klíč“ pro uvedení elektrokola do funkce. V oblasti řídítek se nachází magnetická plocha, která je určena pro umístění mobilního telefonu. Pokud tak uživatel učiní propojí se pomocí Bluetooth s elektrokolem, které je tak připraveno k jízdě. Mobilní telefon pak slouží také jako displej a zobrazuje uživateli stav baterie, naviguje jej do cílové destinace nebo třeba informuje o aktuálním stupni asistence motoru. Aplikace pak může dále zobrazovat kde se právě elektrokolo nachází či zalarmovat uživatele, je-li s ním manipulováno v jeho nepřítomnosti.

Z výše zmíněných faktů vyplývá, že tento návrh splňuje všechny dříve vytyčené cíle a je schopen plně fungovat v městském prostředí stejně jako napomoct k řešení problémů, které trápí cílovou skupinu tohoto produktu.

Jelikož bylo na produkt nahlíženo spíše jako na koncept, nabízí se prostor, jak k němu do budoucna přistupovat. Dá se předpokládat, že dojde ke výrazné inovaci v oblasti technologií, které elektrokola současně využívají. To by mohlo mít pozitivní vliv na tvarové řešení tohoto produktu. Návrh se aktuálně pohybuje ve vyšší cenové relaci, a to právě z důvodů zvolení

karbonu jako hlavního materiálu. Je možné že časem dojde k inovaci i v tomto odvětví, a proto by se do budoucna mohla pořizovací cena snížit. Nicméně by také mohlo dojít k vytvoření levnější varianty, která by byla vyráběna k duralu. V takovém případě by pro výrobu byla využita technologie hydroforming. Ta má však určité limity v možnostech tvarování, a tak by muselo dojít ke změnám v konstrukci rámu.

Dále by se dalo do budoucna pracovat s modulární stránkou návrhu a umožnit uživateli elektrokolo upravovat dle vlastních potřeb. Pro příklad by mohl být úložný prostor nahrazen modulem posilujícím baterii, který by znásobil dojezd a uživatel by tak mohl elektrokolo využívat i pro delší výlety. Ideálním scénářem by bylo, kdyby si mohl zákazník při koupi sestavit vlastní konfiguraci, která by nejvíce vyhovovala jeho potřebám. Mohl by se tedy rozhodnout, zda bude mít na kole klasickou vidlici či odpruženou, zda bude kolo vybaveno úložným prostorem či nikoliv a podobně. Logicky by v návrhu muselo dojít k drobným úpravám, ale rozhodně to není nemožné.

8 VÝSLEDEK VÝZKUMU PODLE RIV

Druh výsledku	Funkční vzorek
Název výsledku	Městské elektrokolo
Autoři	Jakub Růčka
Původci	-
Místo uložení výsledku	VUT Brno

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. About-Vanmoof. *Vanmoof* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://www.vanmoof.com/en_gb/about
2. Vanmoof S3. *Vanmoof* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://www.vanmoof.com/bikes/en-GB/s3
3. Vanmoof X3. *Vanmoof* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://www.vanmoof.com/bikes/en-GB/x3
4. VanMoof S3 and X3. In: *Yahoo! news* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://news.yahoo.com/vanmoof-s3-x3-electric-smart-bicycle-launch-120056621.html?guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAFiGXXXH-eHCSPka3zwRgoiZUDrcxsf92G8ZkKJ-zrlhe82fOLiCzD6NjodxAQcVc1PzpzifW2D50aJ052ULh48Wq-q9MOyZEdzh7kXIM1-74xiN6MCwbsb8G_5RdGy_ij9ffQBUOwU9H6aVudaK3u9vEruVWOjamU37aO3lGU77
5. VanMoof S3 launched: the turbo electric bicycle just got significantly cheaper. In: *Android pit* [online]. 21.4.2020 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://www.androidpit.com/vanmoof-s3-price-release-date-specs
6. Our mision. *Mokumono* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://mokumonocycles.com/our-mission/
7. Delta S. *Mokumono* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://mokumonocycles.com/mokumono-delta-s/
8. Innovative solution. In: *Mokumono* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://mokumonocycles.com/our-mission/
9. Reshoring production. In: *Mokumono* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://mokumonocycles.com/our-mission/
10. The perfect urban e-bike. In: *Mokumono* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://mokumonocycles.com/mokumono-delta-s/
11. KRYNEK, Ondřej. České kolo Braasi Bike je navržené do rušného města i divoké přírody. *Design mag* [online]. 24.9.2019 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: http://www.designmag.cz/technika/84588-ceske-kolo-braasi-bike-je-navrzene-do-rusneho-mesta-i-divoke-prirody.html
12. Braasi Bike. *Braasi Industry* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://www.braasi.com/cz/produkty/braasi-bike/?v=928568b84963
13. SEDLÁČEK, Vojtěch. Přes kočičí hlavy i kořeny. České Braasi přidává k ikonickým batohům i vlastní kolo. In: *Czechcrunch* [online]. 13.10.2019 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: https://www.czechcrunch.cz/2019/10/pres-kocici-hlavy-i-koreny-ceske-braasi-pridava-k-ikonickym-batohum-i-vlastni-kolo/

14. Winora Sinus Tria N8. In: *Haibike Morava* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.haibike-morava.cz/mestske-elektrokolo-winora-sinus-tria-8-28-2021
15. Městské elektrokolo Winora Sinus Tria 8. *Haibike Morava* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.haibike-morava.cz/mestske-elektrokolo-winora-sinus-tria-8-28-2021/
16. Kdo jsme. *Crussis: český výrobce elektrokol* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: https://www.crussis.cz/stranka/kdo-jsme
17. Crussis e-City 1.15-S. *Crussis* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.crussis.cz/eshop-mestske-elektrokolo-e-city-1-15-s-2022-ram-17.html
18. Apache Matto Tour E5. In: *Koloshop* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.koloshop.cz/mestska/Apache-Matto-Tour-E5-2021-dark-gray-elektrokolo.html
19. About. *Teague: Design this day* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: https://teague.com/about
20. The ultimate utility bike. *Teague: design this day* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: https://teague.com/work/the-bike-of-the-future
21. Denny Bicycle the Ultimate Urban Commuter Bike. In: *Desingisthis* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.designisthis.com/blog/en/post/denny-bicycle-urban-commuter-bike
22. Denny bicycle. In: *Jebiga: Design & Lifestyle* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: https://www.jebiga.com/denny-bicycle/
23. The BMW i Vision AMBY: Press kit. In: *BMW group* [online]. BMW group, 2021, 6.9.2021 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0341396EN/the-bmw-i-vision-amby?language=en
24. BREËS, Fabian. Pelikan: A modular Ebike. In: *Behance* [online]. 5.3.2019 [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://www.behance.net/gallery/70177693/PELIKAN-A-Modular-eBike
25. PYKAL, Vojtěch. *Jízdní kolo pro seniory a městský provoz* [online]. Brno, 2019 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=193828. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce doc. Ing. Zdeněk Kaplan, CSc.
26. Horská elektrokola. *Crussis: český výrobce elektrokol* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: https://www.crussis.cz/kategorie/horska-elektrokola
27. Krosová elektrokola. *Crussis: český výrobce elektrokol* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: https://www.crussis.cz/kategorie/krosova-elektrokola
28. Treková elektrokola. *Crussis: český výrobce elektrokol* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: https://www.crussis.cz/kategorie/trekova-elektrokola

29. Městská elektrokola. *Crussis: český výrobce elektrokol* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: https://www.crussis.cz/kategorie/mestska-elektrokola
30. Jak vybrat brzdy na kolo. *Bike-eshop.cz* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: https://www.bike-eshop.cz/jak-vybrat-brzdy-na-kolo
31. The Drivetrain. *Good cycles* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://www.goodcycles.org.au/good-news/tips-and-advice/what-is-the-drivetrain/
32. Řemen místo řetězu. In: *Cyklo Atom* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://www.cykloatom.cz/clanky/remen-misto-retezu/
33. 'Hottest new belt drive bikes of 2021'. In: *Bike Europe* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://www.bike-eu.com/40001/hottest-new-belt-drive-bikes-of-2021
34. CeramicSpeed Driven chain-less drivetrain almost shifting, off-road OSPW expanding. In: *Bike Rumor* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://bikerumor.com/ceramicspeed-driven-chain-less-drivetrain-almost-shifting-off-road-ospw-expanding/
35. Own a Piece of Driven. In: *CeramicSpeed* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://www.ceramicspeed.com/en/cycling/d3
36. WANT TO BACK CERAMICSPEED'S DRIVEN SHAFT-DRIVE CONCEPT? NOW YOU CAN. In: *Cycling Tips* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://cyclingtips.com/2021/04/want-to-back-ceramicspeeds-driven-shaft-drive-concept-now-you-can/
37. Válka středových motorů-Jaký typ elektromotoru je nejlepší? *Akumo* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: https://www.akumo.cz/valka-stredovych-motoru-velky-test-elektrokol
38. Bosch Active Line. In: *Ekolo* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: https://ekolo.cz/stredovy-motor-bosch-active-line-bosch-active-line-plus
39. Snímače šlapání elektrokol-Otáčkový nebo Torzní. *Bez námahy* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: https://www.beznamahy.cz/jak-vybrat-elektrokolo/snimac-slapani-elektrokol
40. Vše o bateriích elektrokola. *Ekolo* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: https://ekolo.cz/baterie-elektrokola
41. New 16s4p 60 V Li-ion E-Bike Battery. In: *Made-in-China: connection buyers with Chinese Suppliers* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: https://batterybuilding.en.made-in-china.com/product/SBGxTKXdLOkp/China-New-16s4p-60V-Li-ion-E-Bike-Battery-Lithium-Battery-Down-Mounted-Battery-Shark-Battery-Lithium-Ion-Battery-Li-ion-Battery-Power-Battery-Rechargeable-Battery.html
42. Legislativa-elektrokola. *Ekolo* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: https://ekolo.cz/legislativa
43. Active Line Plus. In: *Bosch systémy elektrokola* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: https://www.bosch-ebike.com/cz/produkty/pohonne-jednotky/active-line-plus

44. PowerTube 500. In: *Elektrokola Přerov* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: https://www.elektrokolaprerov.cz/repase-ramove-baterie-bosch-powertube-36v
45. Revealing the secrets behind carbon frame manufacturing. *Mountain bike rider* [online]. [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: https://www.mbr.co.uk/news/product_news/scotts-imp-carbon-frame-process-black-magic-324258
46. BLACK MAGIC: HOW CARBON FIBRE BICYCLE FRAMES ARE MADE. In: *Cycling Tips* [online]. [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: https://cyclingtips.com/2018/01/how-carbon-fibre-bicycle-frames-are-made/

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

10.1 Použité zkratky

LED – Light Emitting Diode

Li-Ion – Lithium-Ion

Li-Pol – Lithium Polymer

GPS – Global Positioning Systém

Pedelec – Pedal Electric Cycle

TIG – Tungsten Inert Gas

BMX – Bicycle Motocross

LCD – Liquid Crystal Display

BMS – Battery Management Systém

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1 Výsledné odpovědi týkající se bezpečnosti při jízdě 16
Obr. 2- 2 Výsledné odpovědi týkající se komfortu a funkce 17
Obr. 2- 3 Vanmoof S3 (vlevo) a X3 (vpravo) [4] 19
Obr. 2- 4 Automatická elektrická převodovka Vanmoof [5] 20
Obr. 2- 5 Výrobna mokumono [9] 20
Obr. 2- 6 Kompletace rámu Mokumono Delta S [8] 21
Obr. 2- 7 Mokumono Delta S [10] 22
Obr. 2- 8 Braasi Bike [12] 23
Obr. 2- 9 Kompaktnější konstrukční řešení splňující ergonomické parametry [13] 23
Obr. 2- 10 Winora Sinus Tria N8 [14] 24
Obr. 2- 11 Crussis e-City 1.15 S [17] 25
Obr. 2- 12 Pánské městské elektrokolo Apache Matto Tour E5 [18] 26
Obr. 2- 13 Denny Bike [21] 27
Obr. 2- 14 Praktické prvky tohoto konceptu [22] 28
Obr. 2- 15 Řídítka sloužící také jako zámek pro kolo [22] 28
Obr. 2- 16 Elektrokolo i Vision AMBY [23] 29
Obr. 2- 17 Vnitřní prostor pro menší zavazadlo [23] 30
Obr. 2- 18 Koncept Pelikan [24] 31
Obr. 2- 19 Možný vývoj konceptu do budoucna [24] 32
Obr. 2- 20 Schéma možných konfigurací [24] 32
Obr. 2- 21 Základní rozdělení elektrokol 33
Obr. 2- 22 Základní části městského elektrokola 34
Obr. 2- 23 Doporučená velikost rámu podle výšky uživatele 34
Obr. 2- 24 Hnací ústrojí spojené řetězem [32] 36
Obr. 2- 25 Hnací ústrojí spojené karbonovým řemenem [34] 36
Obr. 2- 26 Koncept hnacího ústrojí CeramicSpeed [35] 37
Obr. 2- 27 Zakrytování hnacího ústrojí [37] 37
Obr. 2- 28 Současné možnosti umístění elektromotoru 38

Obr. 2- 29 středový elektromotor značky Bosch 39
Obr. 2- 30 náhled na články Li-Ion baterie [42] 40
Obr. 2- 31 možnosti umístění baterie 41

Obr. 4- 1 Specifikace omezení produktu 50
Obr. 4- 2 Schéma hlavních funkčních částí elektrokola 51
Obr. 4- 3 Diagram jednotlivých funkcí pohonu 51
Obr. 4- 4 První variantní řešení 53
Obr. 4- 5 Druhé variantní řešení 54
Obr. 4- 6 Třetí variantní řešení 55

Obr. 5- 1 Upravená varianta III 59

Obr. 6- 1 Finální design 61
Obr. 6- 2 Geometrie rámu elektrokola 62
Obr. 6- 3 Zadní stavba a vybrání pro umístění hnacího ústrojí 63
Obr. 6- 4 Rám s připevněným úložným prostorem 63
Obr. 6- 5 Propojení krytu s úložným prostorem 64
Obr. 6- 6 Ostrá středová hrana vidlice 65
Obr. 6- 7 Sedlo s integrovaným zadním světlem a blinkry 66
Obr. 6- 8 Přední světlo zabudované do středu řídítek 66
Obr. 6- 9 Uložení konceptu CeramicSpeed 67
Obr. 6- 10 Zadní ozubené kolo (kazeta) 67
Obr. 6- 11 Propojení kliky s předním talířem 68
Obr. 6- 12 Zadní pohled na konstrukci 68
Obr. 6- 13 Rozměrové řešení 69
Obr. 6- 14 Schéma jednotlivých komponentů 70
Obr. 6- 15 Vnitřní komponenty středového motoru Bosch Active Line [43] 70
Obr. 6- 16 Vnitřní komponenty středového motoru Bosch Active Line [43] 71
Obr. 6- 17 Přední světlo 71

Obr. 6- 18 Zadní osvětlení a blinkry 72
Obr. 6- 19 Tlačítka pro ovládání asistence pohonu 72
Obr. 6- 20 Ergon s výškou 180 cm sedící na elektrokole 74
Obr. 6- 21 Umístění telefonu na řídítka 75
Obr. 6- 22 Zorný úhel uživatele na displej mobilního telefonu 75
Obr. 6- 23 Ovladač blinkrů 76
Obr. 6- 24 Brzdové páčky 76
Obr. 6- 25 Drážky pro upřesnění polohy sedla 77
Obr. 6- 26 Madlo na krytu úložného prostoru 77
Obr. 6- 27 Organizér umístěný v úložném prostoru 78
Obr. 6- 28 Příprava formy pro výrobu karbonového rámu [46] 79
Obr. 6- 29 Varianta I 81
Obr. 6- 30 Zvolené barvy podle systému RAL 81
Obr. 6- 31 Varianta II 82
Obr. 6- 32 Zvolené barvy podle systému RAL 82
Obr. 6- 33 Varianta III 83
Obr. 6- 34 Zvolené barvy podle systému RAL 83
Obr. 6- 35 Logotyp produktu 84
Obr. 6- 36 Úvodní část mobilní aplikace 85
Obr. 6- 37 Aplikace z pohledu cyklisty 86
Obr. 6- 38 Navigace a prohlížení statistik 86
Obr. 6- 39 Elektrokolo v prostředí 87
Obr. 6- 40 Finální produkt v městském prostředí 88

12 SEZNAM TABULEK

Tab. 3- 1 Jednotlivé požadavky rozdělené do třech kategorií 48

Tab. 4- 1 Prvky dané problematiky 56

Tab. 4- 2 hodnocení jednotlivých prvků napříč variantami 56

Tab. 4- 3 Požadavky pro hodnocení (C – Cíl, O – Omezení, F – Funkce, P – Prostředek) 57

Tab. 4- 4 Hodnocení jednotlivých variant 58

13 SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšený náhledový sumarizační poster

Zmenšeny náhledový technický poster

Zmenšený náhledový ergonomický poster

Zmenšený náhledový designérský poster

Sumarizační poster A1

Technický poster A1

Ergonomický poster A1

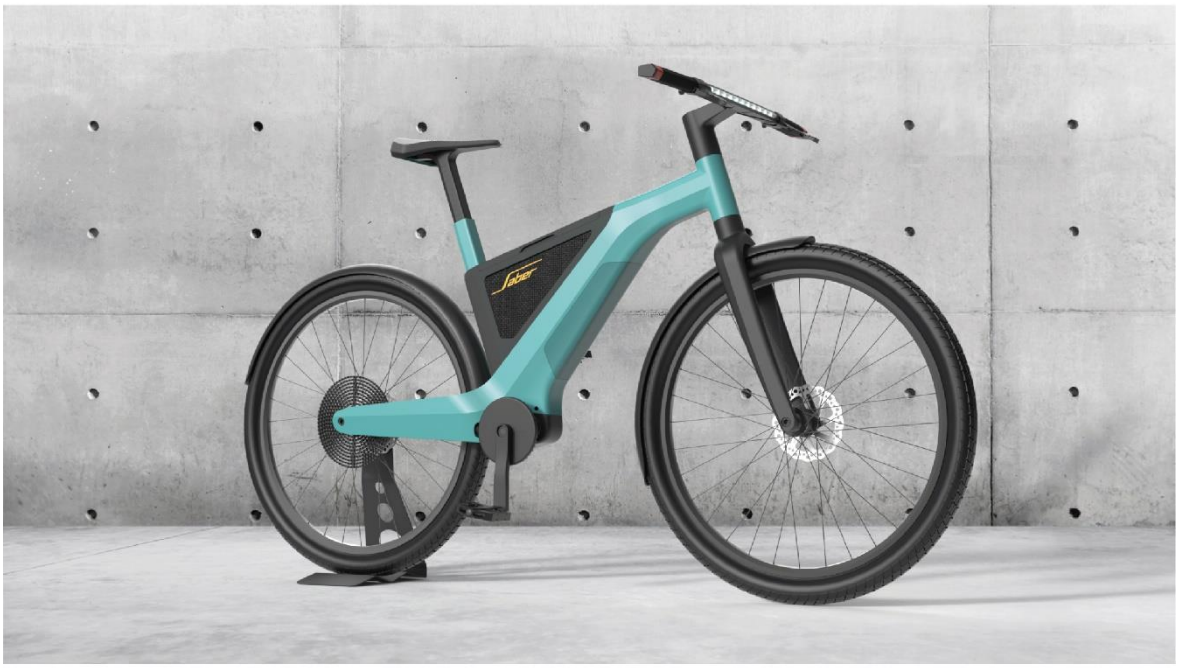
Designérský poster A1

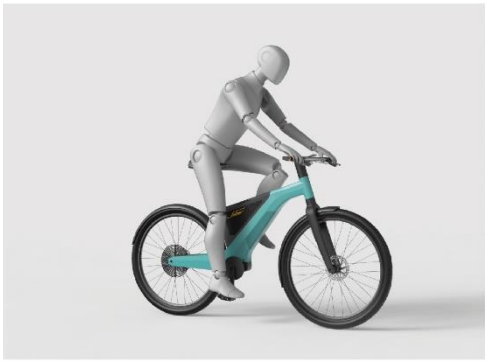
Fyzický model 1:3

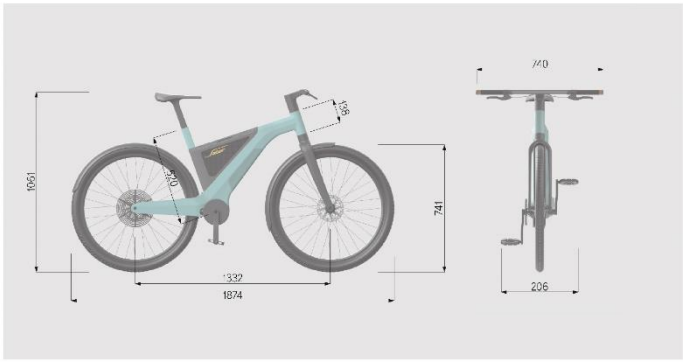
Video Modelu

design městského elektrokola

sumarizační poster



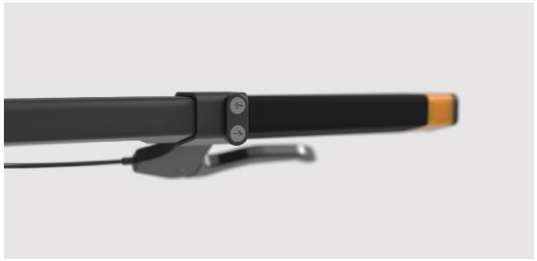




Saber

Po stránce tvarování se jedná o progresivní koncept, který je vytvořen tak aby byl v souladu se všemi nezbytnými komponenty a zároveň dává jasně najevo, že se jedná o elektrokolo. Jednotlivé části jsou v tvarovém souladu s rámem. Po vzhledové i konstrukční stránce se elektrokolo vymezuje vůči typickým městským jízdním kolům a přináší inovativní řešení tohoto produktu přesně tak jak bylo plánováno.

Po praktické a funkční stránce je elektrokolo vybaveno veškerými doplňky, které požadovala cílová skupina, a naopak zavrhuje ty o které nebyl zájem. Díky tomu se jedná o produkt, který dokáže dobře fungovat v cíleném prostředí.



DESIGN MĚSTSKÉHO ELEKTROKOLA / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jakub Růčka / Vedoucí práce: doc. Akad. Soch. Ladislav Křenek ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2021/22

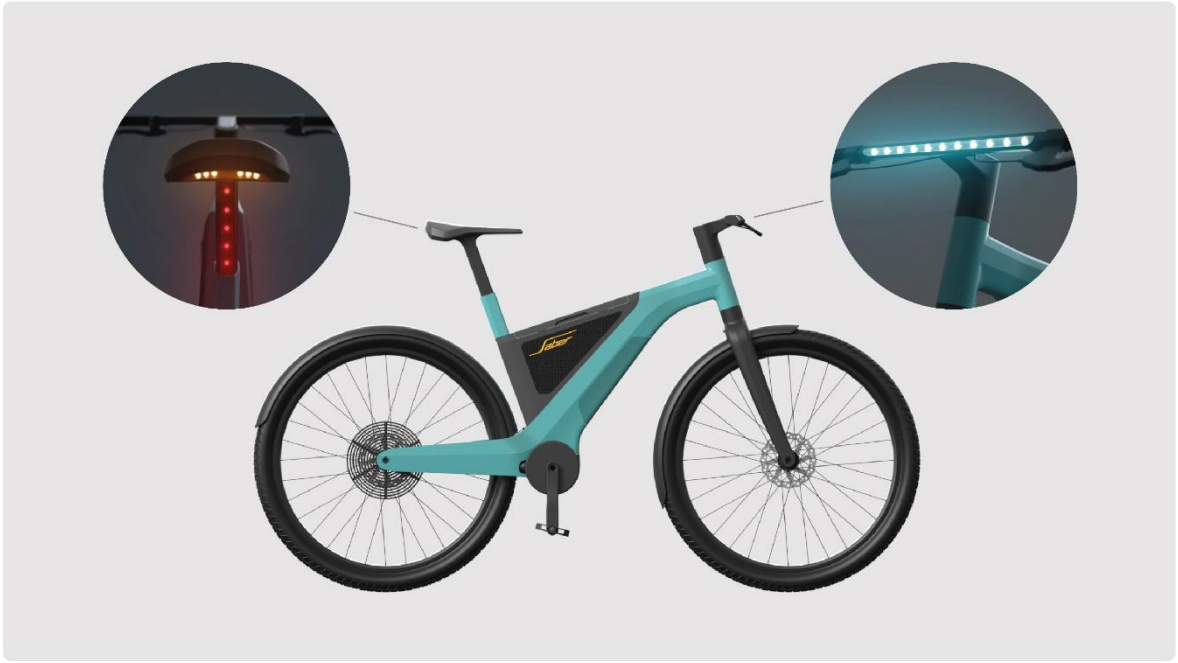
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

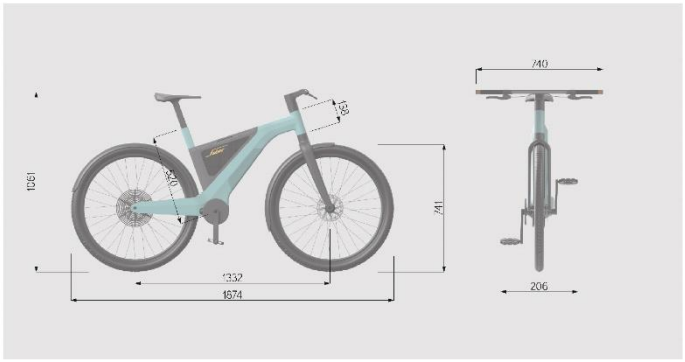
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

odbor průmyslového designu

design městského elektrokola

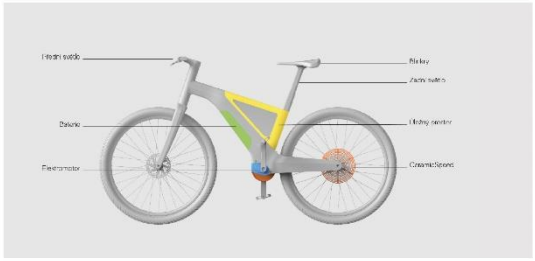
technický poster





Rozměrové řešení elektrokola bylo navrženo tak aby vyhovovalo všem možným uživatelům. Jako výchozí byla zvolena velikost rámu L. Elektrokolo je vybaveno středovým elektromotorem s výkonem 250 W. Jedná se o typ pedelec, což znamená, že elektromotor slouží pouze jako asistence pohonu a to maximálně do 25 km/h. Maximální možný dojezd elektrokola na jedno nabití je 90 km a její nabití na 100 % trvá zhruba 4 hodiny.

Po bezpečnostní stránce je kolo vybaveno dostatečným množstvím světel, které jsou plně zaintegrovány v příhodných částech elektrokola a uživatel se tak může bezpečněji pohybovat v městském provozu.



DESIGN MĚSTSKÉHO ELEKTROKOLA / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jakub Růčka / Vedoucí práce: doc. Akad. Soch. Ladislav Křenek ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2021/22

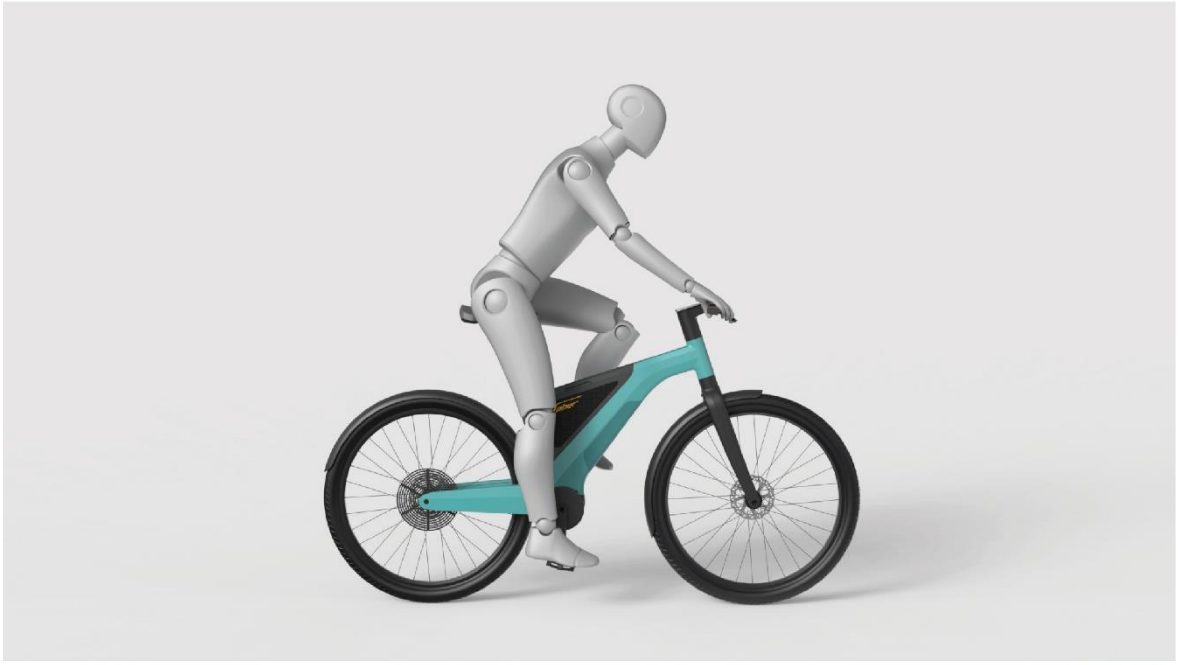
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ | FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

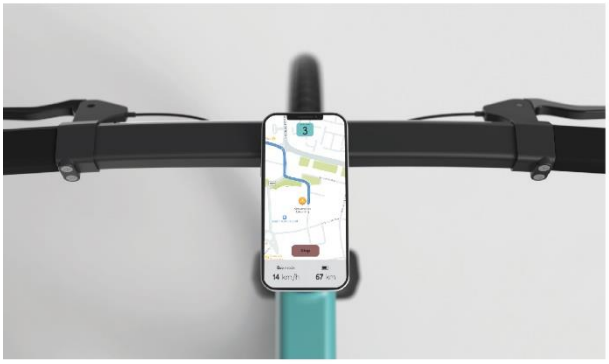
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

odbor průmyslového designu

design městského elektrokola

ergonomický poster

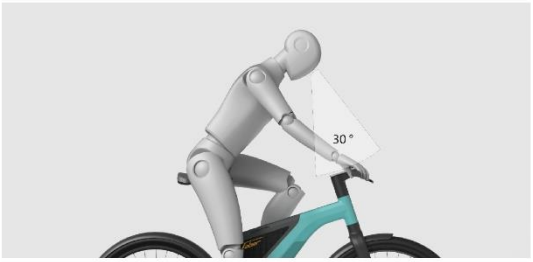




Saber

Cílem bylo dodržet veškeré ergonomické požadavky, aby bylo elektrokolo pohodlné a bezpečné při jízdě. Ve vizualizacích je použit ergon s výškou 180 centimetrů. Velikost rámu L je určena pro osoby s výškou v rozmezí 175-190 cm. Na základě porovnání s ergonem se tedy dá předpokládat, že rozměry rámu jsou správné.

Důležitou roli má také chytrý telefon, který lze s kolem propojit aby následně sloužil jako hlavní displej elektrokola. Lze jej umístit na řídítka do magnetického držáku. Ten je umístěn pod vhodným úhlem aby na něj cyklista dobře viděl. Dále je kolo vybaveno úložným prostorem, který je vybaven organizérem pro přehledné uložení předmětů.



DESIGN MĚSTSKÉHO ELEKTROKOLA / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jakub Růčka / Vedoucí práce: doc. Akad. Soch. Ladislav Křenek ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2021/22

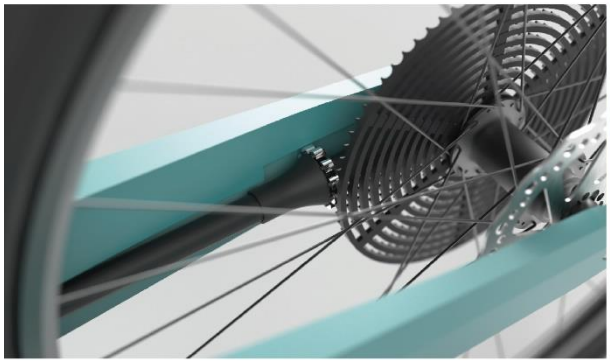
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

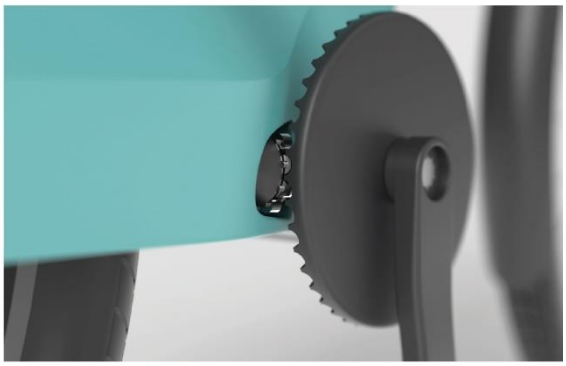
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

odbor průmyslového designu

design městského elektrokola

designerský poster





Saber

Finální design splňuje veškeré požadavky a cíle, které byly v jeho počátku stanoveny. Díky jeho progresívnímu tvarovému a technologickému řešení se odlišuje od klasického jízdního kola. Využívá inovativní koncept hnacího ústrojí, který by mohl značně zlepšit jeho mechanické vlastnosti.

Jednotlivé části jsou tvarově sladěny a finální vzhled působí čistým a dynamickým dojmem. Na rozdíl od ostatních elektrokol, která se snaží svým vzhledem co nejblíže přiblížit klasickému kolu, tento koncept jde opačným směrem a komponenty elektrifikační soupravy se snaží zvýraznit, aby bylo na první pohled jasné, že se jedná o elektrokolo.

DESIGN MĚSTSKÉHO ELEKTROKOLA / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jakub Růčka / Vedoucí práce: doc. Akad. Soch. Ladislav Křenek ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2021/22

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

odbor průmyslového designu