



Bakalářská práce

Design městského elektrokola

Design of an urban electric bike

Autorka: **Jana Mýtinová**

Studijní program: B - bakalářský
Studijní obor: B212 - design

Vedoucí: MgA. Martin Tvarůžek

Praha, červen 2022

© Jana Mýtinová

České vysoké učení technické v Praze, 2021

Klíčová slova: *mobilita, elektrokolo, městská cyklistika, doprava*

Key words: *mobility, electric bike, urban biking, transport*

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury	
Autor: Jana Mýtinová	
Akademický rok / semestr: 2021/22	
Ústav číslo / název: 15150 – Ústav designu	
Téma bakalářské práce - český název: DESIGN MĚSTSKÉHO ELEKTROKOLA	
Téma bakalářské práce - anglický název: DESIGN OF AN URBAN CITY BIKE	
Jazyk práce: český	
Vedoucí práce:	MgA. Martin Tvarůžek
Oponent práce:	Ing. Michal Ondráček
Klíčová slova (česká):	<i>mobilita, elektrokolo, městská cyklistika, doprava</i>
Anotace (česká):	Bakalářská práce popisuje proces navrhování městského elektrokola. V práci popisují celý postup od motivace k vytváření designu elektrokola, přes rozbor současné situace po finální návrh vycházející z předchozí analýzy. V analytické části jsem se věnovala vymezení cílové skupiny a definici základních požadavků na finální návrh. Dále jsem zkoumala současnou situaci na trhu s městskými elektrokoly a na základě vyvozených poznatků analýzy jsem vytvářela finální design elektrokola.
Anotace (anglická):	The bachelor thesis describes the design process of an urban electric bicycle. In the thesis I describe the whole process from the motivation to create the design of the e-bike, through the analysis of the current situation to the final design based on the previous analysis. In the analytical part, I focus on defining the target group and defining the basic requirements for the final design. Furthermore, I investigated the current situation on the urban e-bike market and based on the findings of the analysis I created the final e-bike design.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne 19. 5. 2022

Podpis autora bakalářské práce

Tento dokument je nedílnou, povinnou součástí bakalářské práce i portfolia (titulní list)

2/ ZADÁNÍ bakalářské práce

jméno a příjmení: Jana Mýtinová

datum narození: 22. 9. 1999

akademický rok / semestr: 2021/22, LS

obor: design

ústav: ústav průmyslového designu

vedoucí bakalářské práce: MgA. Martin Tvarůžek

téma bakalářské práce: Mobilita

viz přihláška na BP

zadání bakalářské práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

Městské elektrokolo sloužící k usnadnění přepravy uživatele

2/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítko zpracování

Analytická část, formulace vize, tvůrčí část, vizualizace a model

3/ seznam případných dalších dohodnutých částí BP

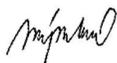
Kniha 2x

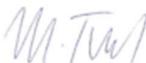
Portfolio

Plakát B1

Model v měřítku

1x CD a elektronická data BP

Datum a podpis studenta 26. 2. 2022 

Datum a podpis vedoucího DP 26. 2. 2022 

registrováno studijním oddělením dne

ANOTACE

Bakalářská práce popisuje proces navrhování městského elektrokola. V práci popisuji celý postup od motivace k vytvoření designu elektrokola, přes rozbor současné situace po finální návrh vycházející z předchozí analýzy. V analytické části jsem se věnovala vymezení cílové skupiny a definici základních požadavků na finální návrh. Dále jsem zkoumala současnou situaci na trhu s městskými elektrokoly a na základě vyvozených poznatků analýzy jsem vytvářela finální design elektrokola.

ANOTACE AJ

The bachelor thesis describes the design process of an urban electric bicycle. In the thesis I describe the whole process from the motivation to create the design of the e-bike, through the analysis of the current situation to the final design based on the previous analysis. In the analytical part, I focus on defining the target group and defining the basic requirements for the final design. Furthermore, I investigated the current situation on the urban e-bike market and based on the findings of the analysis I created the final e-bike design.

OBSAH

1	ÚVOD/MOTIVACE	6
2	ANALYTICKÁ ČÁST	8
2.1	Definice cílové skupiny.....	8
2.2	Uživatelský komfort.....	9
2.3	Technologie	9
2.4	Údržba kola.....	10
2.5	Bezpečí při jízdě.....	10
2.6	Hmotnost kola	11
2.7	Geometrie rámu kola	11
2.8	Městská cyklistika a její specifika	13
2.9	Dopady cyklistiky na fyzické a psychické zdraví.....	14
2.10	Ergonomie kola	16
2.11	Ekologie a ekonomika.....	17
2.12	Analýza současné situace na trhu	18
2.12.1	Cowboy.....	19
2.12.2	Tenways.....	20
2.12.3	Elops	20
3	VÝSTUP ANALÝZY/FORMULACE VIZE	22
3.1	Koncept.....	22
3.1.1	Rám a vidlice	22
3.1.2	Přední a zadní světlo.....	23
3.1.3	Odbočovací světla	23
3.1.4	Řídítka.....	24
3.1.5	Kola.....	28
3.1.6	Sedlo	29
3.1.7	Řemen	30
3.1.8	Pohon (motor a baterie)	31
3.1.9	Brzdy	34
4	PROCES NAVRHOVÁNÍ.....	37
4.1	Kolo jako celek.....	37
4.2	Další postup.....	38
4.2.1	Navrhování rámu	38

4.2.2	Umístění baterie	41
4.2.3	Navrhování nosičů a košíku	41
4.2.4	Volba materiálu pro styčné plochy	43
4.2.5	Rozmístění ovaldácích prvků na řídítkách.....	44
4.2.6	Design odbočovacího mechanismu	46
4.2.7	Design světel	46
5	PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ /3600	49
5.1	Rám.....	49
5.2	Řídítka	50
5.2.1	Poloha baterie	50
5.3	Sedlo	51
6	VÝSLEDNÝ NÁVRH	52
7	TECHNICKÁ DOKUMENTACE.....	57
7.1	Technické výkresy	57
7.2	Technologie výroby	60
7.3	Hmotnostní rozvaha.....	60
7.4	Ekonomická rozvaha	61
8	ZÁVĚR A REFLEXE.....	62
8.1	Zhodnocení procesu	62
8.2	Možný vývoj	63
9	ZDROJE.....	64
9.1	Seznam použitých digitálních zdrojů.....	64
9.2	Seznam obrázků	65

1 ÚVOD/MOTIVACE

Motivací k vytvoření designu elektrokola mi byl především fakt, že se jedná o značné zjednodušení fyzického pohybu a transportu lidem, kteří nemají takové podmínky a predispozice k používání běžného kola. Návrh elektrokola je koncipován především do městského prostředí. Mou cílovou skupinou jsou dospělí a senioři, a právě této skutečnosti jsem přizpůsobovala technologickou úroveň, vybavení, velikost a vzhled elektrokola.

Od začátku jsem se snažila si zodpovědět otázku, co mě vlastně k myšlence navrhovat elektrokolo přivedlo. Já sama jezdím na běžném kole téměř denně, a pozoruji, že se skupina lidí, která se městské cyklistice věnuje, rozrůstá. Oproti jiným městům je ale krajina Prahy, kde se denně pohybuji, velmi specifická – kopcovitý terén mi často nedovoluje samostatnou přepravu do takové míry, jako bych si přála, ačkoliv okruh, ve kterém se pohybuji, je velmi kompaktní, a přeprava městskou hromadnou dopravou často zbytečně zdlouhavá.

Při svém, téměř každodenním, pohybu po městě na kole jsem tedy přemýšlela, jak by se – kromě vnějšího zásahu do úpravy a rozsahu cyklopruhů a cyklostezek, dala jízda na kole přiblížit i lidem, pro které je běžné kolo nedostačující. Kolo podpořené motorem nabízí totiž nové možnosti přemýšlení o městském transportu bez nutnosti si pořizovat větší dopravní prostředek, pokud víme, že si s kolem vystačíme.

Při vytváření mojí práce jsem také měla možnost cestovat do různých měst i zemí, kde jsou přístupy k cyklistice různé. V Dánsku jsem například pozorovala zajímavý jev, kdy lidé chodí pěšky minimálně a městská hromadná doprava není tak rozšířená v jejím používání, protože terén i rozložení měst dovoluje pohyb na kole téměř bez překážky. V Itálii a hustě obydleném Miláně byl tento příběh trochu jiný – městská infrastruktura pro kola se teprve rozvíjí, ale čím dál více lidí se stává příznivci tohoto pohybu například i v důsledku dopadu koronavirové epidemie. Nechtějí totiž trávit tolik času v uzavřených prostorech autobusů a tramvají ve městě, kde doprava ve špičce často brzdí plynulý provoz.

Ze všech poznatků, které jsem nasbírala, jsem si tedy vyvodila, že nechci vytvářet technologicky vysoce pokročilé kolo, ale chci adekvátně vylepšit stávající městské kolo tak, aby bylo dostupné a srozumitelné pro člověka, který touží spíše po malých, ale efektivních vylepšeních než po přelomovém designu.

Elektrokolo jsem tedy od prvního momentu pojmla ‚tradičně netradičně‘ – při procházení současných elektokol, která trh nabízí, jsem narazila na hodně modelů, které jsou technologicky velmi pokročilé a nabízí například připojení na mobilní aplikaci, což se mi líbí, nicméně to moc nekorespondovalo s mou ideou a cílovou skupinou. Mým cílem bylo vytvořit takové elektrokolo, které bude působit familiárně; takové, u kterého vás na první pohled nenapadne, že má v sobě motor a baterii, které vás poženou vpřed.

S tímto faktem souvisí také technické vlastnosti mého kola – mělo by být dobře dostatečně vybavené, nicméně by nemělo být těžké. Z hlediska bezpečnosti by mělo nabízet dostatek opory pro někoho, kdo není v cyklistice pokročilý a neví o elektrokolech každou maličkost; mělo by nabízet možnost rychlého řešení defektů, ale především jim samo svou kvalitou předcházet a být nenáročné na údržbu. A v tomto kontextu je nutné brát i ohled na finální cenu kola, aby bylo dostupné. Všechny tyto faktory bylo třeba při vytváření návrhu zahrnout do kontextu.

Elektrokolo je určené především do městského prostředí, se kterým mám sama, jako cyklista, největší zkušenost. Využívám ho pro transport, jelikož je adekvátní alternativou k městské hromadné dopravě. Zároveň je možné na kole převážet více věcí, než bych měla možnost při chůzi, s menší námahou. Kolo je pro mě také důležité z hlediska samotného fyzického pohybu – v současné době je většina prací ve městech sedavého charakteru; jakožto student nemám na sport tolik času, kolik bych chtěla, a tak mi nabízí cyklistika řešení dvou problémů v jednom: transport a pohyb.

Fyzická aktivita je také důležitým faktorem v oblasti duševního zdraví. Pomáhá nám při vytváření a regulaci hormonů v těle. Zvyšuje tedy nejen fyzickou odolnost, ale přispívá, v neposlední řadě, k lepšímu psychickému rozpoložení, v čemž sledávám jednu z největších výhod tohoto způsobu dopravy, a kterou sama pociťuji. Dopad, jaký má každodenní pohyb na lidskou psychiku, i fyzickou stránku, byl pro mě velkou motivací, proč se věnovat právě vytváření produktu každodenního užití, se kterým koneckonců můžeme strávit podstatnou část dne.

Elektrifikace běžného kola také zpřístupňuje tento druh pohybu/transportu lidem, kteří mají fyzické indispozice nebo zdravotní problémy, které je omezují v běžné cyklistice a tím tuto možnost volby druhu pohybu vyřazují. Právě toto je pro mě také velmi důležitý faktor, který, ačkoliv se může zprvu jevit jako banální, má ve výsledku velký dopad na kvalitu života potenciálního uživatele mého finálního produktu.

Možnost navrhnout elektrokolo pro mě tedy není jen o vytvoření kvalitního dopravního prostředku, ale také možnosti, jak zkvalitnit uživateli zážitek z jízdy na kole a pohybu po městě – jak fyzický, tak i mentální. Proto pro mě při navrhování bylo hlavním pilířem pohodlí při jízdě a také bezpečnost při pohybu v městském prostředí, které je velmi specifické a proměnlivé.

Cílem mé práce je tedy navrhnout takové elektrokolo, které mou cílovou skupinu nadchne pro svoji jednoduchost a nenáročnost a zjednoduší jí svými technologiemi pohyb nejen po městě. Elektrokolo by také mělo být investicí do vlastního zdraví a zdrojem zábavy a radosti z pohybu.

Jako výzkumnou metodu pro tuto práci jsem zvolila výzkum od stolu, společně s pozorováním v terénu a polostrukturovanými rozhovory.

2 ANALYTICKÁ ČÁST

V této části jsem především shromažďovala informace, se kterými jsem pracovala dále. Jednou z nich byla definice mé cílové skupiny, její potřeby a od nich se odvíjející design.

Dále jsem analyzovala současný trh; zde jsem se soustředila převážně na design modelů elektrokol určených pro pohyb ve městě. Pomocí recenzí, výsledků uživatelských testů jsem vyvodila, které funkce a prvky výbavy těchto kol budou pro můj design užitečné, a které nikoli. Rozebrala jsem zde několik zajímavých témat, která se mého návrhu také dotýkají a formují ho.

2.1 Definice cílové skupiny

Jako cílovou skupinu mého produktu jsem nadefinovala obyvatele měst ve věku 30-60 let kteří nemají s elektrokolem. Do této kategorie zahrnuji studenty, dospělé a částečně seniory. Při navrhování jsem setedy opírala hlavně o tyto body:

- Uživatelský komfort
- Technologická úroveň
- Údržba kola
- Bezpečí při jízdě městem
- Hmotnost kola
- Vybavení
- Cena

Tyto faktory jsem rozebrala do větší hloubky a následně jsem od nich odvíjela celý designový proces – při navrhování jednotlivých dílů elektrokola, i jeho celku, jsem se snažila o co nejlepší výsledek, který respektuje všechny zmíněné body.

Cílovou skupinu tohoto věkového rozmezí jsem zvolila, protože se jedná o aktivní část obyvatel měst, tedy převážně pracující a studenty. Věkové rozpětí této skupiny je poměrně široké, a tak jsem chtěl kolo navrhovat tak, aby v základu vyhovovalo jakémukoliv dospělému člověku, ale aby zde byla i možnost pro různé specifické úpravy, které rozvíjím v závěru této práce.

Jelikož se jedná o skupinu obyvatelstva, která již aktivně chodí do práce a předpokládám u ní, že se denně alespoň dvakrát denně přesouvá v rámci města, nebo i mimo něj. Je to také věková kategorie, kterou vídám na kolech v ulicích nejvíce.

V kopcovitém terénu Prahy může být ale jízda po městě obtížná, převážně pokud jsme zvyklí převážet větší množství věcí. Různé výškové úrovně jsou překážkou i v případě, že nám fyzická kondice nedovoluje provozovat městskou cyklistiku tak, jak bychom chtěli.

Napadlo mě tedy vytvořit takové elektrokolo, které bude z velké části přebírat vlastnosti běžného kola, ale bude posílené o kvalitní motor a nebude náročné ho udržovat. A pokud je toto vše možné, tak za nižší cenu, než jsou současně městská elektrokola nabízena, protože předpokládám, že mnou zvolená věková skupina nepředpokládá, že by měla za kolo utratit podobné nebo větší peníze, než za automobil.

2.2 Uživatelský komfort

Jelikož se jedná o kolo pro věkovou kategorii převážně dospělých a seniorů, je důležité, aby bylo kolo pohodlné, ovladatelné a zároveň bezpečné pro jízdu po městě. Do této kategorie jsem zahrnovala i vlivy, které mohou ovlivnit komfort jízdy ve městě, tedy různé nerovnosti, změny počasí, provoz, absence cyklostezek/cyklopruhů (a tedy větší důraz na bezpečí při jízdě).

Důležitá byla tedy volba materiálu rámu kola, aby se jednalo o takový, který pohlcuje nárazy a snese proměnlivé podmínky městského terénu.

V tomto bodě jsem se také věnovala speciálně částem, kterých se uživatel na kole přímo dotýká; tedy sedlo, madla na řídítkách a pedály. Záměrem bylo, aby sedlo a madla byla z takového materiálu, který je dostatečně měkký, aby tlumil nepříznivé vlivy nárazů při jízdě terénem a zároveň neotlačoval kůži při dlouhém kontaktu, jelikož ve styčných bodech je neseno poměrně velké množství uživatelovy váhy.

Zajímavou součástí této části analýzy byly pláště kol, jelikož jejich šířka podstatně ovlivňuje manévrování a pohodlí při jízdě. Zde jsem se rozhodla volit spíše širší, i za cenu toho, že trochu přidají kolu na váze – jedná se z mého pohledu o výhodný a logický kompromis.

Samostatnou podkategorií této analýzy je i pocit z jízdy na elektrokole a z jeho používání. Nechtěla jsem, aby potenciálního uživatele odrazoval pocit, že je elektrokolo příliš náročné na pochopení, ale spíše naopak – aby kolo samotné bylo úvodem do toho, jak elektrokola fungují. Anebo naopak, pokud o to uživatel nestojí, aby mu poskytlo vše, co má, bez další vědomostní přítěže.

2.3 Technologie

Zvolená cílová skupina nevyžaduje takovou technickou pokročilost, aby součástí kola byla například aplikace, která bývá standardem u pokročilejších modelů. Je ale vhodné, aby součástí bylo alespoň technologické minimum, jako je například drobný displej se základními informacemi o jízdě a baterii a možnost přepínání jízdního módu.

Soustředila jsem se především na to, aby bylo kolo rychle srozumitelné a použitelné i v případě, že se baterie vybije. Aplikace jako rozšíření by také nebyla nevhodným krokem, nicméně by se můj uživatel měl obejít i bez ní, vzhledem k tomu, že je zde i možnost, že nevlastní smartphone. Tuto kategorii rozvíjím dále samostatně v závěru.

2.4 Údržba kola

Mým cílem bylo navrhnout elektokolo co nejméně náročné na údržbu, a to především z hledisek spojených s uživatelským komfortem a bezpečím při jízdě.

Zároveň nepředpokládám, že moje cílová skupina má rozsáhlé znalosti o technických a mechanických vlastnostech kola, a tedy ji nechci dostávat do situace, kdy bude muset pravidelně řešit například mazání řetězu, nebo to, že řetěz při jízdě může spadnout (což je mimochodem nepohodlné při manipulaci, pokud se v průběhu běžného dne nechceme zamazat).

Důležitým bodem pro zvážení byly i vlivy počasí, které mohou způsobit rychlejší opotřebení jednotlivých prvků elektrokola – a na tomto základě dobře vybírat zvolené materiály jednotlivých prvků elektrokola.

2.5 Bezpečí při jízdě

Prostředí města je specifické měnící se dopravní situací a v kontextu Prahy i nerovnoměrným (a často nevhodným) umístěním cyklopruhů. Při pohybu v tomto prostředí je tedy nutné adekvátně přizpůsobit kolo tak, aby bylo pasivně i aktivně chráněné proti kolizím.

Důležitým prvkem v této kategorii pro mě tedy byla, v aktivní části, instalace odbočovacích světel a reflexních prvků. Ze své zkušenosti vím, že někdy není v městském provozu úplně bezpečné a vhodné zvedání rukou při signalizaci k odbočení, a že v nočních podmínkách nebo při snížené viditelnosti mohou řidiči cyklistu na kole jednoduše přehlédnout.

Dále jsem zvolila kvalitní LED osvětlení. LED osvětlení nespotřebovává velké množství energie z baterie a poskytuje dostatečné světlo, aby byla jízda bezpečná.

Další součástí problematiky bezpečnosti byla i volba materiálu, ze kterého bude rám. Zprvu mě zaujalo uhlíkové vlákno, ale po rešerši jsem zjistila, že jeho velkou nevýhodou je tříštění při kolizích, a to by mohlo uživatele teoreticky ohrozit více, než když se při nehodě rám pouze ohne. Zvolila jsem tedy nakonec hliník. Tuto volbu do většího detailu rozvádím v kapitole *Výstup analýzy*.

Bylo také třeba zvolit vhodné pláště, jelikož se jedná o součást, která je neustále ve styku s terénem. Soustředila jsem se především na to, aby byly dostatečně pohodlné a odolné a při případném defektu nedošlo k ohrožení uživatele.

2.6 Hmotnost kola

Elektrokola jsou zpravidla těžší než běžná kola, a to kvůli váze motoru, baterie a různých přidaných funkčních prvků.

Vzhledem k tomu, že má cílová skupina zahrnuje i vyšší věkovou kategorii, nepředpokládám u průměrného uživatele mého kola velikou fyzickou zdatnost. Zároveň jsem kolo zamýšlela právě pro lidi, kteří s cyklistikou a sportem obecně začínají, nebo jsou nějakým způsobem indisponovaní, a tak by jim větší hmotnost kola mohla přitěžovat.

U jednotlivých částí jsem tedy vždy zvažovala to, jaký bude mít použitý materiál a technologie dopad na celkovou váhu elektrokola.

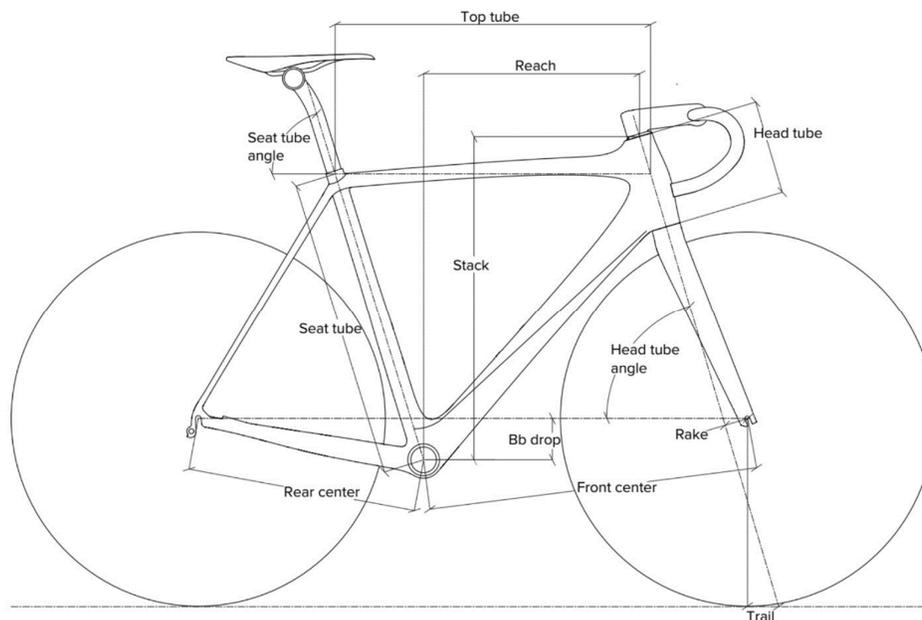
Nejvýraznější částí kola byl rám, kde volbou vhodného materiálu lze ovlivnit hmotnost do velké míry. Dále jsem se podobně rozhodovala i u motoru a baterie – aby nebyly zbytečně těžké a aby pro jejich rozměry kolo nerostlo do robustních rozměrů.

Stejně tak jsem dbala i o detaily a gramy šetřila kdekoli se dalo, ale aby to především mělo smysl. Váhu tedy ubírá i aluminiová vidlice a odlehčené nosné prvky z karbonu, vhodně zvolený výplet kol a volba pláštů.

2.7 Geometrie rámu kola

Rám je nejdůležitější částí kola, jelikož svým tvarem – a především poměru rozměrů – nám definuje jeho jízdní vlastnosti. Na základě těchto čísel, která se v různých uživatelských prostředích liší, potom můžeme odhadnout, zda kolo bude vyhovovat našemu záměru.

Musela jsem si tedy nastudovat, jak tyto poměry fungují a najít si specifika pro městské kolo, abych se měla od čeho odrazit.



Obrázek 1 - Ilustrace geometrie kola

Z obrázku je možné vidět, že lze definovat velké množství různých rozměrů v rámu kola. Vybrala jsem tedy ty nejdůležitější pro můj návrh, od kterých bylo dále možné odvíjet budoucí design.

Rozvor je vzdáleností mezi středy předního a zadního kola. Obecně platí, že čím je kratší, tím je kolo mrštnější. Delší rozvor nabízí naopak větší stabilitu a kontrolu nad kolem ve vyšších rychlostech.

Reach je vodorovná vzdálenost mezi středem kola a horním koncem hlavové (přední) trubky. Určuje, jak moc budeme na kole položení nebo vzpřímení. Tento rozměr je důležitý pro definici toho, za jakým účelem kolo vyrábíme. Pro můj návrh je vhodnější, pokud bude uživatel na kole spíše vzpřímený.

Stack je úzce navázaný na reach. Jedná se o vertikální vzdálenost stejných bodů, jako v reachi.

Tyto dva rozměry nám určují, kolik prostoru nám dává rám kola a jakým způsobem na něm pojedeme. Jsou to tedy nejdůležitější poměry v geometrii kola pro můj návrh, ale také při volbě správné velikosti rámu kola. Vysoký uživatel totiž bude sedět na stejném rámu jinak než uživatel vyššího vzrůstu, a tak je třeba těmto číslům věnovat pozornost.

U městských kol je stack běžně 580-660mm, tedy spíše větší vzdálenost.¹

Efektivní délka horní rámové trubky je vzdálenost od bodu, kde se horní trubka rámu protíná vodorovnou přímkou se sedlovou trubkou. Tento rozměr sám o sobě o kole moc neřekne, ale určuje, jak dlouhé nám kolo bude připadat. Na to má velký vliv i tvar řídítek. Větší smysl dává tento rozměr v poměru vůči stacku a reachi.

Úhel sedlové trubky (na obr. *seat tube angle*) určuje, jak se nám bude na kole šlapat. Strmější úhel znamená větší záběr. Běžně, pro většinu kole, je tento rozměr 71-75°.

Úhel hlavové trubky (*head tube angle*) ovlivňuje rychlost responzivity předního kola na otáčení. Pro městská kole je tento úhel většinou 68-71°, tedy spíše méně strmý, aby kolo udrželo směr v městském prostředí i v případě, že je na něm vezen těžší náklad.

Délka zadní stavby (*rear center*) je vzdálenost mezi středem kola a osou středu zadního kola. Delší stavba znamená větší stabilitu při jízdě, a tak je ideální pro můj návrh. U městských kol bývá tato vzdálenost 430-470 mm.²

2.8 Městská cyklistika a její specifika

Pohyb po městě na kole je v kontextu střední Evropy často velmi odlišný od cyklistiky mimo městské prostředí, a tak jsem musela u navrhování elektrokola do města uvažovat i nad tím, jak vypadá typický městský terén a provoz, kudy se bude můj uživatel pohybovat, v jakou denní dobu a co všechno má vliv na to, jak může jízda nakonec vypadat.

U městského elektrokola je tedy předpokladem, že musí zvládnout zimní podmínky stejně tak jako ty letní (mokrý i suchý vozovka), různé druhy terénů, mělo by mít kvalitní brzdy, aby bylo bezpečné se pohybovat v městském provozu.

V procesu navrhování bylo tedy třeba uvažovat nejen to, jak se na elektrokole bude chovat uživatel, ale i to, jakým způsobem se proměňuje prostředí kolem něj – ostatní faktory a uživatele, co se pohybují v kontextu města.

¹ BASSETT, Erik. Bike Geometry For Everyday Cyclists (Beginner-Friendly!) [online]. 2021, 13. 7. 2021, [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://twowheelsbetter.net/bicycle-geometry/>

² HUNTER, Trail. Geometrie rámu kola: co byste měli vědět [online]. 2018, 19. 1. 2018, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.trailhunter.cz/geometrie-ramu-kola/>

Hlavním požadavkem na městské elektrokolo není tedy především jeho rychlost nebo speciální požadavky na aerodynamiku, ale především to, aby jízda na něm nebyla ohrožující pro uživatele a jeho okolí. A samozřejmě také aby byla dostatečně pohodlná a uživatel cítil nad elektrokolem plnou kontrolu.

Je také třeba počítat s tím, že běžnou městskou zástavbou jsou domy o více podlažích, a tedy zvážit, jak s touto informací pracovat z hlediska fyzické podoby kola (například při zvažování možností při nabíjení kola a volba konkrétního materiálu užitého pro specifické části kola, což má značný vliv na hmotnost).

Velkou výhodou elektrokola v městském prostředí je také to, že je bezemisní, dělá menší hluk, než auto a při zaparkování zabírá mnohem méně místa (kromě toho, že je možné kolo zaparkovat téměř kdekoliv). Všechny tyto faktory jsou totiž v současné době (především v kontextu center měst) často řešeným tématem – a přeprava na kole je odpovědí na všechny z nich.

2.9 Dopady cyklistiky na fyzické a psychické zdraví

Cyklistika nabízí, v prostředí města a v každodenním životě, mnoho výhod – mimo rychlejší přepravu i to, že nám umožňuje sportovat v rámci běžné denní aktivity, a tak kromě úspory času nabízí i část výhod běžného sportu.

Pohyb spouští v lidském těle produkci endorfinu, a tedy posiluje tedy kromě fyzického zdraví i psychiku. Je to také jedna z věcí, kterou jsem pozorovala na sobě samotné, i když jsem denně netrávila příliš dlouhou dobu (dohromady 40 minut, cesta do/z práce nebo školy). Byl to také první motiv, který mě přiměl se věnovat designu právě elektrokola.

Kromě toho mě inspiroval i fakt, že existují místa, kde je cyklistika denním chlebem v mnohem větší míře, než v Praze. Jedním z těchto míst byl Dánský Aarhus, kde jsem několik dní měla možnost pozorovat různé skupiny lidí a způsoby, jakými se po městě přepravují.

Dánsko je, oproti České republice, velmi nížinaté, a ráz krajiny se příliš nemění. Je to tedy ideální místo, kde je možné na kole jezdit denně a při různých příležitostech. Cyklistika tu má také dlouholetou tradici, a tak je jí přizpůsobena místní infrastruktura. Pohyb po městě na kole je tak přirozenou součástí ekosystému do míry, která je s prostředím střední Evropy nesrovnatelná. I přes to, že je ale krajina v ČR více členitá, a že u nás není městská cyklistika tak obvyklým způsobem přepravy, je pořád velký počet lidí, kteří tento způsob dopravy

upřednostňuje, ačkoliv jsou auta stále nejrozšířenějším dopravním prostředkem ve městech.³

Využila jsem tedy možnosti pozorování chování uživatelů v zemi, kde je kolo používáno k přepravě na denní bázi. Součástí tohoto shromažďování informací jsem pokládala dotazy uživatelům různých věkových skupin ohledně ergonomie různých druhů kol, co by od kola očekávali technologicky, kdyby je mohli nějak vylepšit, a jaké jsou přednosti právě jejich kola.

Kromě konkrétních informací, které dále rozvíjím v části navrhování, jsem si vyvodila podstatné informace o tom, jak moje cílová skupina kolo využívá. Kolo pro ni není jen prostředkem pro přemístění z jednoho místa na druhé, ale i možností, jak se udržovat v kondici v rámci každodenních aktivit. Bližší detaily a konkrétní dotazy rozvíjím v kapitole *Uživatelské testování*.

Každodenní pohyb, i v případě, že se nejedná o intenzivní trénink, je totiž pro lidské tělo velmi prospěšný. Hýbat se v pravidelných intervalech je pro lidské tělo přirozené, a i když se jedná i o dvacetiminutovou procházku – nebo, v mém případě, jízdu na kole – má její pravidelnost vliv na dlouhodobý zdravotní stav uživatele.

Pravidelný pohyb výrazně snižuje riziko kardiovaskulárních chorob, (díky vyšší produkci endorfinu) posiluje imunitní systém, pomáhá nám si udržet naši přirozenou hmotnost, posiluje svaly (a tím pádem snižuje riziko problémů s kostmi a klouby, pokud se nejedná o příliš intenzivní a nepřirozený pohyb) a napomáhá normální funkci nervové soustavy, což znamená lepší dopad na psychické zdraví a kvalitnější spánek v noci (který je zásadní pro psychickou stabilitu, kterou vnímám jako velmi palčivé téma současné doby.)⁴

Je samozřejmě třeba brát v potaz, o jaký sport se jedná a kdo ho dělá – jedna fyzická aktivita nemůže nikdy vyhovovat všem, a tak jsem od začátku při navrhování elektrokola tímto způsobem nepřemýšlela. Nicméně to byla hlavní myšlenka, o kterou jsem se chtěla opřít – elektrokolo nemá být jen dopravní prostředek, ale má nabízet možnost fyzické aktivity lidem, kteří mají málo času,

³ MOORE, Preston, Chase VANDE VELDE, Richard WAGNER a Christopher DEPCIK. *Design and Analysis of Electric Bikes for Local Commutes* [online]. Houston, Texas, USA, 2015, 7. 3. 2016, 9 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://asmedigitalcollection.asme.org/IMECE/proceedings/IMECE2015/57557/V012T15A024/263905>

⁴ RAKHMONOV NORMAHMATOVICH, Ulugbek. Sport Is The Basis For Healthy Lifestyle. *International scientific research journal* [online]. 2022, 1. 1. 2022, 3, 7 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://wos.academiascience.org/index.php/wos/article/view/745/685>

nebo nejsou tak dobře fyzicky vybavení pro praktikování jiného sportu. A vedlejším efektem zlepšení fyzické kondice je i lepší stav té mentální.

S tímto faktem souvisí samozřejmě i další úpravy životního stylu, jako je pravidelná, vyvážená a dostatečná strava, prostředí, ve kterém se pohybujeme a kvalitní spánek. Ačkoliv jde o faktory, ke kterým svým designem nemohu přímo přispět, tak věřím, že mohu u uživatele rozvinout hlubší zájem o výše zmíněné.

Existuje totiž zajímavý poznatek, který jsem vypožorovala nejen na sobě, ale i z rozhovorů s jinými uživateli kol – cyklistika spotřebovává více energie než běžná chůze, a tak mě donutila přemýšlet nad tím, jak se stravuji a jak spím, abych si mohla dovolit denně se přepravovat tímto způsobem.

Několik uživatelů explicitně zmínilo, že u sebe pozorovali hodně změn, a nešlo především o ty fyzické, ale právě o toto mentální nastavení v jiných oblastech běžného života – zájem o nutričně hodnotnější stravu, upravení spánkového režimu a především radost z pohybu a většího kontaktu s okolním prostředím, než při přepravě autem nebo jiným dopravním prostředkem. A to je, myslím, velmi hodnotnou informací a motivací pro vývoj elektrokola, jelikož zdraví je, ať to zní jako jakkoliv velké a několikrát opakované klišé, tím nejdůležitějším, co máme.

2.10 Ergonomie kola

Ergonomii kola jsem zkoumala zejména ve spolupráci s uživateli, kterých jsem se ptala na jednotlivé informace o tom, co jim na jejich kole ergonomicky vyhovuje a naopak chybí. Částečně jsem opírala svůj návrh i o odborné články a různá doporučení, co se týče výhod a nevýhod rozličných tvarů jednotlivých součástí kola.

Z rozhovorů jsem vyvodila několik užitečných informací – ty nejzajímavější shrnují citace níže:

„Rám by neměl být příliš vysoký, protože pro lidi menšího vzrůstu je pak těžké nasedat. Taky mi vyhovuje, že si můžu při čekání semaforu nohu o rám opřít, a lépe se mi z kola sesedá.“

„Někdy kolo brzdí hodně pomalu a po delší jízdě mě z tlačení na brzdy hodně bolí ruce. Líbí se mi ale možnost brzdit otočením pedálů do protisměru“

„Nosiče na kole využívám, když jedu třeba na nákup. Košík je fajn, protože na věci před sebou dobře vidím, jenom se někdy bojím, že jeho obsah při jízdě po nerovném povrchu vysypu nebo rozbiju.“

„Řetěz mi často nepadá, ale není to věc, co bych chtěl řešit. Nevozím běžně nářadí ani olej.“

„Normální kolo mi zatím stačí, ale někdy bych ocenila, aby byla jízda do kopce jednodušší.“

„Popruhy nebo pružina jsou super, protože si můžu na nosič dát víceméně co chci a zajistit to tak, jak v tu chvíli potřebuji.“

Výsledky tohoto zkoumání zmiňuji v jednotlivých částech ve výstupu analýzy, nicméně se jednalo o zásadní informace, které bylo třeba v procesu zahrnout, včetně zvážení vhodné geometrie kola.

Je například evidentní, že pokud bude uživatel kolo používat denně, nemělo by pro něj být nepříjemné ho ovládat. Měl by mít kontrolu nad vším, co je pro pohodlnou jízdu podstatné. Poloha sedačky vůči tvaru a výšce řídítek by měla držet tělo ve vzpřímené pozici. Styčné body, jako je sedačka a madla řídítek, by měly být pohodlné – nic by nemělo tlačit ani po delší jízdě a úchop madel by měl být pro ruku pohodlný, i při zvážení používání brzd.

Kolo by mělo poskytovat dostatek prostoru pro převážení věcí, aby bylo možné váhu věcí rozmístit různě po nosičích a nebyla koncentrována jen na jednom místě, což zhoršuje ovladatelnost kola.

Mělo by být také jednoduché z kola vyndat baterii, manipulovat s ním a v případě potřeby rychle najít defekt. Jednoduše řečeno, mělo by být pohodlné, srozumitelné a přívětivé k uživateli, který od něj očekává specifické funkce. Neméně důležité je brát ohled na chování kola v různých podnebných podmínkách, a podle toho jeho ergonomii přizpůsobovat.

2.11 Ekologie a ekonomika

Kromě přínosu pro uživatele samotné má doprava na elektrokolech vliv i na ekologickou stránku věci, a to především tím, že je elektrokolo dopravním prostředkem, který přímo nevylučuje emise do svého okolí, což je v městských centrech stále větším problémem.

Elektrokolo je ekologičtější variantou i z hlediska jeho výroby. Pokud vezmeme v potaz, jakým způsobem se vyrábí, na jaký pohon jezdí a kolik převezede lidí, vychází ve výpočtech pořad jako nejekologičtější dopravní prostředek, a to i ve srovnání s elektrickými autobusy.

Elektrokola jsou tedy šetrnější ke svému prostředí díky tomu, že nevypouštějí emise při jízdě, čímž se snižuje dopad na kvalitu ovzduší. Snižuje se tím i riziko respiračních potíží pro obyvatele měst.⁵

Ekonomicky vychází, především v současné době nárustu cen pohonných hmot, jízda na kole také výhodněji. Vlastnit elektrokolo vyjde oproti autu až třikrát levněji.⁶ I v případě, že do výsledku započítáme náklady na údržbu a opravu auta a elektrokola, a porovnáme je.

Elektrokola nejsou tedy nejlevnějším strojem k pořízení, ale ve výsledku vyjdou jako skvělá alternativa k autu, kdy naplňují většinu jeho funkcí stejně dobrou měrou.

2.12 Analýza současné situace na trhu

V této části jsem analyzovala především situaci na evropském a českém trhu v oblasti městských elektrokol. Našla jsem několik modelů, na kterých se mi líbila jejich subtilnost a technologická pokročilost. Začala jsem tedy podle recenzí, zpětné vazby, diskusí na internetu a dotazů v mém okolí vyvozovat, které součásti těchto – často velmi pokročilých – kol budou relevantní pro můj vlastní design.

Zároveň jsem v této části začala pozorovat, jak vypadají různá městská kola v mém okolí, vedla rozhovory se známými, kamarády a spolužáky o jejich kolech – o tom, co na nich mají rádi, co by ocenili více, a co by pro ně naopak bylo zbytečné. Jelikož mám já sama s pohybem po městě na kole velké zkušenosti, začala jsem více sledovat, co vadí mně osobně.

U většiny městských elektrokol mě totiž vizuálně odrazuje jejich masivní vzhled, který v souvislosti s velikostí baterie chápu, ale pokud je zde nějaká možnost, jak se mu vyhnout, tak ji ráda najdu a aplikuji. Dále jsou tato kola většinou velmi těžká a působí poněkud příliš robustně na to, aby byla familiérní, nebo přátelská.

K analýze jsem zvolila více kol, uvedu zde ale dvě z vyšší a jedno z nižší cenové kategorie, u kterých jsem hledala inspiraci nejvíce.

⁵ MOORE, Preston, Chase VANDE VELDE, Richard WAGNER a Christopher DEPCIK. *Design and Analysis of Electric Bikes for Local Commutes* [online]. Houston, Texas, USA, 2015, 7. 3. 2016, 9 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://asmedigitalcollection.asme.org/IMECE/proceedings/IMECE2015/57557/V012T15A024/263905>

⁶ TONKOPIY, Daniel. Is it cheap to use an electric bike? [online]. 2021, 3. 5. 2021, 3, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://eu.delfastbikes.com/blog/is-it-cheap-to-use-an-electric-bicycle>

2.12.1 Cowboy

Elektrokolo značky Cowboy je mezi cyklisty velmi oblíbené, a to hlavně pro jeho technologickou pokročilost. Jako velkou výhodu u něj také vidím všeobecnou propracovanost – pro svého uživatele je vysoce funkční ve všech ohledech a při jeho vývoji byl brán ohled na to, aby byla jízda hlavně zábava a údržba kola nebyla náročná.

Podstatnou součástí jeho designu je i při pojená aplikace, která informuje uživatele prakticky o všem, co se okolo kola děje, je možné si do ní ukládat trasy, kontrolovat stav baterie, počasí a další.

Toto elektrokolo je oproti mému záměru o několik technologických úrovní výše, nicméně mě zaujala hlavně zpětná vazba jeho uživatelů, která je veskrze pozitivní, a několik technologických faktorů, které jsem mohla vzít u svého návrhu také v potaz (karbonový řemen, hliníkový rám, zapuštěné světlo, odnímatelná baterie).

Baterie je ale pro můj návrh nevhodná, jelikož je hodně masivní. Stejně tak mi nevyhovuje výška rámu a rovná horní tyč.



Obrázek 2 - Elektrokolo Cowboy

2.12.2 Tenways

Kolo od tenways se už výbavou blíží více tomu, co od mého designu chci, nicméně je pořád trochu pokročilejší.

Co mě ale zaujalo je baterie, která je součástí rámu, ale je neuvěřitelně tenká, a to i při dojezdu až 50 km. Z toho to modelu jsem si tedy vzala především soupravu baterie a motoru, které jsem dále porovnávala s jinými modely.

Mimo to má elektrokolo Tenways velmi elegantní design, ve srovnání s jinými dostupnými elektrokoly na trhu. Rám je hliníkový a kolo je tak velmi lehké (16 kg).

Jediné, co se mi na kole moc nelíbilo, je úplná absence blatníků.



Obrázek 3 - Elektrokolo Tenways

2.12.3 Elops

Elops je konvenční elektrokolo, u kterého se dbá spíše na jeho funkci, než subtilní vzhled nebo technologickou pokročilost, a proto je také velmi levné; oproti předchozím modelům stojí přibližně pětinu jejich ceny.

Využila jsem ho částečně jako inspiraci pro jednoduché věci, které chci zachovat, jako je například tvar rámu, který vnímám jako pohodlnější pro mou cílovou skupinu.

Co se mi ale naopak nelíbí je umístění baterie pod zadním nosičem, která je v kombinaci s umístěním motoru v zadním kole velkou zátěží. Nicméně je to nejlevnější, a v rámci úspory místa i efektivní řešení.

Kolo k sobě nemá žádnou mobilní aplikaci, a v tom je mi možná i trochu sympatické. Nejsem odpůrcem technologií, ale bylo pro mě příjemné vidět, že existuje vizuálně čisté a dostupné elektrokolo, které může být funkční i pro lidi, kteří nemají rádi technologické vymoženosti, nebo je jednoduše nepotřebují.



Obrázek 4 - Elektrokolo Elops

Při procházení těchto a dalších modelů jsem si ujasnila, jaké technologie mohou dále používat pro můj model a jak vypadá asi technologický průměr u městských elektrokol. Zároveň mi tato rešerše sloužila i jako odrazový můstek k hledání konkrétních výrobků, které bych mohla na svůj finální model aplikovat (motor, baterie, karbonový řemen, rám).

Elektrokol je na trhu velké množství v různých cenových kategoriích, ale občas jsem při rešerši nabývala dojmu, že mi chybí střední cesta – levné, ale promyšlené elektrokolo. Většina pokročilých modelů je totiž poměrně drahá, a levnější elektrokola nemají tak kvalitní součástky, do kterých by nebylo špatné investovat.

3 VÝSTUP ANALÝZY/FORMULACE VIZE

3.1 Koncept

V této části jsem zformulovala blíže svoji představu o tom, jak by měl vypadat konečný návrh a začala hledat konkrétní výrobce jednotlivých součástí kol. Pracovala jsem na kole komplexně, a tedy jsem u každého bodu zvažovala, jaký bude mít vliv na ostatní vlastnosti elektrokola.

Orientovala jsem se především podle bodů, které jsem více rozebrala v definici cílové skupiny.

3.1.1 Rám a vidlice

V případě rámu jsem začala jako první s geometrií jízdního kola. Představu o tom, jak má vypadat městské kolo, a jaké jsou rozdíly oproti jiným druhům, mám, a tak pro mě bylo trochu jednodušší odhadnout, jakým směrem bych se měla pohybovat.

Tvar rámu jsem zároveň diskutovala s uživateli městských kol, kdy jsem porovnávala svoje návrhy s jejich koly, a analyzovala jednotlivé výhody a nevýhody – o tomto procesu se zmiňuji více v kapitole *Proces navrhování*.

Hlavní otázkou pro mě byl vhodný materiál, který by bylo pro kolo možné zvolit. Dostala jsem se od uhlíkového vlákna přes bambus a CroMoly až k hliníku.

Uhlíkové vlákno je zajímavým a lehkým materiálem, nicméně je poměrně drahé a pro můj návrh jeho přednosti splní i jiný materiál.

Bambus se také používá pro výrobu kol, nicméně v našich podmínkách se nejedná o úplně výhodnou cestu, kterou se vydat – dovoz by nebyl ekologický a pro návrh elektrokola není až tak vhodný.

CroMoly je velmi lehká a odolná ocel, a jediným důvodem, proč jsem ji nakonec nevybrala, je to, že do ní není možné efektivně řezat, a baterie by tedy musela zůstat venku z rámu. To nebylo v kontextu mého návrhu ideální řešení.

Nakonec jsem se tedy přiklonila, v případě rámu i vidlice, k hliníku, a to konkrétně ke slitině Aluminium 6061, které blíže popisuji v následujícím odstavci.

3.1.1.1 Aluminium 6061

Jedná se o slitinu hliníku ze skupiny duralů. Stejně jako hliník je velmi lehká, ale díky přidání mědi, křemíku a hořčíku disponuje výbornými mechanickými vlastnostmi. Ty je možné ještě zlepšit tepelnými úpravami – je vhodná například

pro svařování, hydroforming (=úprava trubek pomocí hydraulické kapaliny, která umožňuje zlepšit vlastnosti více namáhaných částí rámu) nebo řezání.

Její složení umožňuje tedy mnoho možností úpravy, a je tedy velmi jednoduché materiál uzpůsobit tak, aby vyhovoval potřebám výsledného produktu.

Tato slitina hliníku se řadí, s ocelí a uhlíkovými vlákny, mezi nejpoužívanější materiály při výrobě kol. Velkou výhodou je totiž to, že velmi dobře odolává mechanickému namáhání. V poměru kvality a ceny je také tento materiál nejvýhodnější slitinou hliníku pro výrobu kola.

Pro můj rám je výhodný hlavně v tom, že jsem usilovala o co nejčistší a subtilní design, a šlo mi o možnost vyjmutí baterie z rámu. V části, kde je umístěná baterie, bych tedy potřebovala jisté zesílení. Rám je ale v mém případě posílen ještě jednou, stejně tvarovanou, ale tenčí hliníkovou trubicí, nad rámem s baterií.

3.1.2 Přední a zadní světlo

Pro můj design jsem zvolila LED světla napájené přes baterii, ale v případě potřeby, nebo vybití baterie, fungující na vlastní malý okruh. Toto mi připadalo jako důležitý krok, vzhledem k tomu, že se může baterie vybit, a v tom případě nechceme jezdit potmě.

Světlo vpředu jsem zapustila do vidlice kola, jelikož jsem přesvědčená, že čím méně prvků vyčnívá z kola, tím nižší je jeho poruchovost. Se stejnou myšlenkou jsem navrhovala i zadní světlo, které se nachází v rámci zadního nosiče.

Při umísťování zadního světla jsem vycházela z umístění odrazek na běžných kolech. V případě předního světla šlo především o úvahu, kde bude umístění nejvhodnější v rámci zbylých prvků, především připínací tašky/košíku a předního nosiče, aby za jízdy nedocházelo k jejich překrytí.

3.1.3 Odbočovací světla

Odbočovací světla nejsou běžnou výbavou kol a proč jsem se rozhodla je umístit na své kolo rozvádím více v kapitole *Odbočovací mechanismus*.

Tato světla jsem se rozhodla umístit také na zadní rám, hned vedle běžného zadního světla. Jako běžná směrová světla jsou napájena hlavní baterií, ale fungují na vlastní malý elektrický oběh (stejný, jako u běžných světel), aby byla v provozu i v případě vybití baterie.

Systém je připojený na ovládací mechanismus vpředu kola na řídítkách, kdy je možné otočením zvolit, které odbočovací světlo má blikat.

3.1.4 Řídítka

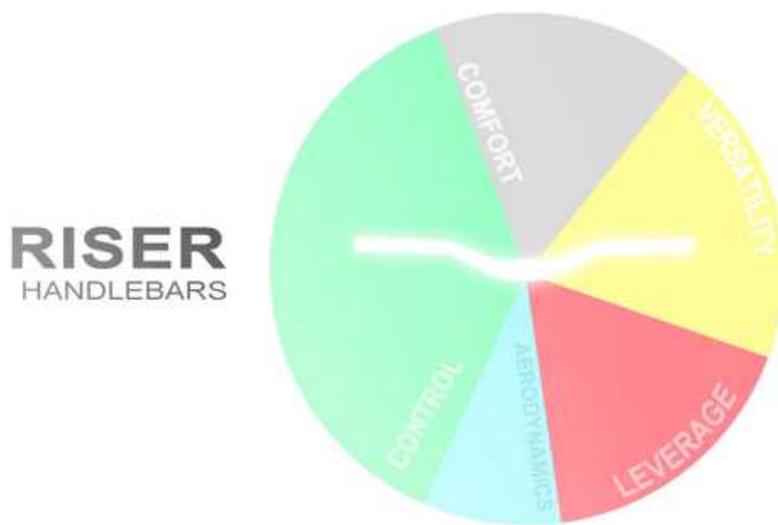
Výběr správných řídítek má vliv na to, jakým způsobem uživatel na kole sedí a kam se tedy rozkládá váha. Tyto dva faktory mají vliv i na ovladatelnost kola a zážitek z jízdy.

Řídítka jsou tedy součástí kola, do jejichž návrhu je vhodné investovat větší množství času, jelikož se jejich design podepisuje na velké části celkového pocitu z elektrokola.

V případě městských elektrokol jsou také důležité dva faktory: pro dojíždění je to jízdní komfort a v případě jízdy po městě bezpečí.

Věnovala jsem se tedy analýze toho, co jaký tvař řídítek poskytuje nejvíce, a z nabízených druhů jsem nakonec vybírala ze dvou nejvhodnějších druhů řídítek, která nabízejí dostatečný poměr mezi pohodlím a kontrolou nad kolem.

Model Riser



Obrázek 5 - Graf / řídítka typu Riser

Výhody:

Lepší ovladatelnost a kontrola nad kolem

Dobré pro zápěstí

Váha se tolik neopírá jenom do jednoho místa díky střednímu záhybu

Posouvá těžiště těla dozadu – vzpřímenější sed

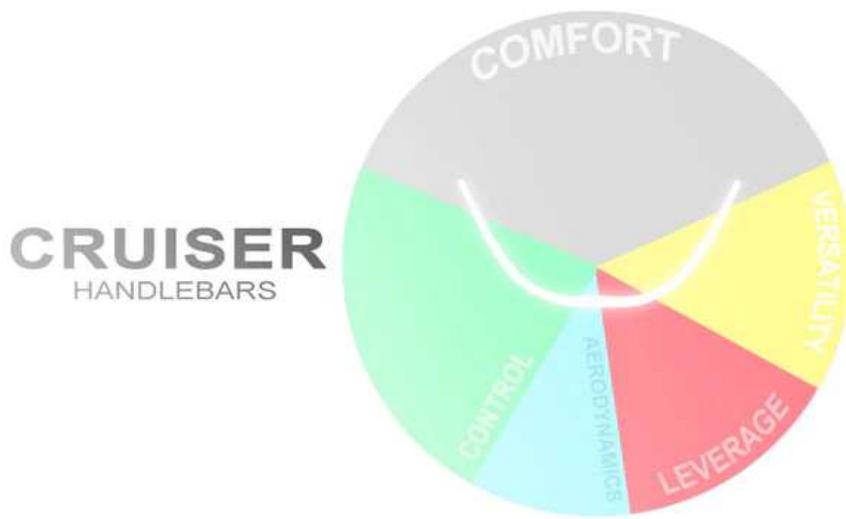
Nevýhody:

Bývají dražší

Nadzdvížení madel vyžaduje víc materiálu kvůli stabilitě

Širší rozpětí – kolo tak jednoduše neprojde všude, jako by prošlo s užším druhem řídítek

Model Cruiser



Obrázek 6 - Graf / řídítka typu Cruiser

Výhody:

Komfort a ergonomie

Dostatečná ovladatelnost

Zápěstí je v přirozenější pozici

Posouvá těžiště těla dozadu – vzpřímenější sed

Prostor mezi řídítky pro vybavení

Nevýhody:

Potřeba více odpruženého a tvrdého sedáku (kvůli těžišti více vzadu a vzpřímené pozici těla)

Při srovnání všech modelů řídítek dostupných na trhu jsem se nakonec uchýlila k výběru mezi dvěma zmíněnými modely, jelikož oba vyhovují mým požadavkům

na poměr komfortu a kontroly nad elektrokošem. Rozhodujícím faktorem nakonec bylo tedy srovnání výrobní ceny obou modelů, jelikož technickými vlastnostmi a srovnáním pro a proti mi vyhovují oba modely stejnou měrou.

Jako levnější tedy vyšla varianta cruiser, kterou jsem se rozhodla použít pro svůj design. Výhodou této varianty je především to, že uživatel je při jízdě vzpřímený a má zápěstí v přirozenější pozici než u ostatních možnostech cyklistických řídítek. V mé práci je tato informace zcela zásadní, protože počítám s tím, že uživatel bude s kolem v interakci denně, a tedy si zde nemůžu dovolit různé úpravy, jako jsou například u kol s aerodynamickými řídítky a speciální geometrií.

Musela jsem se tedy i u návrhu řídítek soustředit na to, aby při jízdě nebyl uživatel v křeči, aby ho po delší jízdě např. s batohem nebolela záda, aby byl úchop madel přirozený, těžiště bylo rozloženo tak, že je možné a jednoduché rychle a bezpečně ovládat kolo a aby si při přejezdu nerovného terénu neublížil.

Tvar řídítek, madel a použitý materiál hrají v ergonomii kola obrovskou roli, a je třeba je tak vždy uvažovat v souladu s návrhem rámu a zbytku kola – a především se orientovat podle myšlenky, pro koho vlastně kolo děláme.

Řídítka, stejně jako rám, jsou vyrobené z hliníkové slitiny 6061, o kterém se více rozepisují v kapitole *Rám a vidlice*.

V rámci řídítek je také možné umísťovat funkční prvky, které je dobré mít při jízdě na očích. V případě výbavy mého kola, kterou popisují více níže v textu, je to tedy zvonek, brzdy a displej s informacemi o kole. Mnou zvolený tvar řídítek také nabízí prostor pro umístění nosného prvku (košík/taška), kterého jsem také využila. Více tom, jak jsem volila jejich polohu, jsem rozvedla v procesu navrhování.

3.1.4.1 Gripy

Gripům jsem věnovala velkou pozornost, protože se jedná o místo, kde je uživatel opřený, a tak je podstatné, aby byly ruce v ergonomicky příjemné poloze, a aby nebyl materiál, ze kterého jsou vyrobeny, nepříjemný.

Gripy jsem tedy od začátku volila ergonomického tvaru (viz obrázek), a jako základní materiál jsem zvolila pryž, jelikož dostatečně pohlcuje nárazy.

Ke svému designu také poskytuji koženou variantu, která je odolnější a pohodlnější. Kůže se tvaruje více podle ruky, a tak poskytuje při maximální komfort dlaním.

3.1.4.2 Displej

Displej, umístění v rámci řídítek, patří také do sady Mivice 070. Je na něm možné vidět informace o stavu baterky a přepínat mezi jízdními režimy, což je důležitá informace pro senzor tlaku u pedálů. Ten potom na jejím základě upravuje vlastnosti jízdy, jako bychom je upravovali manuálně přeřazováním, které ale na mém kole není – proč tomu tak je zmiňuji níže v kapitole Pohon.

Displej jsem umístila společně s ovládáním odbočovacích světel do levé části řídítek. V průběhu rešerše jsem zjistila, že z hlediska bezpečnosti a ergonomie neexistuje pro volbu umístění těchto prvků preferovaná strana – rozdíl mezi tím, jestli umístím ovládací prvky více vlevo, nebo vpravo, je minimální. Nicméně, v kontextu Evropy, kde jezdíme po cyklostezkách a silnicích převážně napravo, jsem se rozhodla umístit displej společně s odbočovacím mechanismem na řídítka doleva, protože se jedná o stranu, které věnujeme trochu větší pozornost, vzhledem k tomu, že se tam děje většina provozu.

3.1.4.3 Odbočovací mechanismus

Odbočovací světla nejsou úplně běžnou součástí vybavení kol/elektrokol, ale i přesto jsem se rozhodla pro jejich umístění na mé kolo. Odbočování je totiž, hlavně v městském provozu, kde se musíme soustředit na několik činností najednou, poměrně náročný úkon.

Zároveň ze své zkušenosti vím, že pro mě nebylo tak jednoduché se naučit zvedat pro signalizaci odbočení ruku, a ze zkušeností z okolí to nevnímám jako věc, kterou se člověk naučí rychle. Je to také způsob, který není úplně spolehlivý v jeho účinnosti – například ve tmě, pokud nedisponujeme reflexními pásky nebo nějaký jiným prvkem, je jednoduché odbočovací gesto přehlédnout, jak již zmiňuji v analytické části.

Proto jsem umístila odbočovací světla na zadní rám hned vedle zadního světla, aby byla dobře vidět, a náš záměr byl čitelný.

Ovládání tohoto mechanismu funguje na principu senzoru pohybu, a tedy reaguje na to, kam se kolo naklání. Když tedy bude uživatel stát na odbočovacích světlech, rozsvítí se levé odbočovací světlo, v případě, že kolo nakloní doleva. Stejně tak je to i s opačným směrem. Při plynulém odbočování, a tedy naklonění kole určitým směrem, systém reaguje stejně. Pokud je kolo nepohyblivé delší dobu (přes 30 sekund bez menšího pohybu) systém se vypne. Spouští se ihned znovu v případě pohybu kolem.

Odbočovací světla je možné nabíjet přes USB a v případě nepoužívání kola ho vypnout.

Mechanismus díky nezávislému nabíjení nespočívá na energii z motoru a baterie. To pro mě bylo logickým krokem, jelikož jsem při navrhování kola brala ohled na co největší efektivitu jízdy a také možnost na něm jet jednoduše i při vybitém stavu. Kolo by bez energie z baterky a svítících světel bylo částečně nepoužitelné, jelikož počítám s tím, že uživatel se s ním bude pohybovat i za snížené viditelnosti, a tak jsem tento systém od baterie úplně oddělila. Stejný argument platí v případě, že by byla baterie nějakým způsobem poškozená.

3.1.4.4 Nosiče

Uživateli kola jsem chtěla poskytnout co největší množství možností, jak na něm převážet věci, jelikož z vlastní zkušenosti vím, že ne vždy stačí nosič, nebo není vhodný košík, nevejde se do něj vše a podobně.

V této kapitole jsem tedy rozvíjela především myšlenku, jakého charakteru mají být nosiče, které na kolo umístím, a z jakého mají být materiálu. Např. běžně používaný kovový košík mi přijde ideální ve svém objemu a možnostech, co vše do něj můžu umístit, nicméně při jízdě v něm jeho obsah poskakuje – čemuž se nevyhnu – ale chci se vyvarovat toho, že věci, co převážíme, nedovezeme ve stejném stavu, v jakém jsme je naložili.

Na kole jsem ho ale nechala, nicméně v měkčí, textilní podobě, která za pomoci uší funguje jako taška. Je tedy možné ho pohodlně připnout a odepnout.

Na mém kole jsem také, poněkud netradičně, zachovala přední i zadní nosič, kdy jsou oba odnímatelné. Jedná se o lehké hliníkové konstrukce, které ale nabízí hodně prostoru k převážení nákladu, a tak mi přišla škoda je redukovat.

Na nosiče jsem také přidala popruhy, kterými je možné náklad zajistit, a nabízí různou variabilitu jeho rozmístění.

V případě mého modelu jsou nosiče navrženy a vyrobeny mnou.

3.1.5 Kola

Velikost kol ovlivňuje jízdu na kole velkou měrou. Má rešerše tedy spočívala zprvu v tom, abych našla kola ideální velikosti pro městské kolo. Větší kola totiž znamenají jednodušší překonávání překážek, ale s velikostí kol se také snižuje jejich ovladatelnost.⁷

V případě městských kol je ideální velikost 700 C (29"). Jedná se o běžnou velikost používanou u městských kol, a tak jsem zvolila právě tu.

Jakov havný materiál pro kola se jeví hliník, stejně jako u rámu, slitina 6061, kterou popisuji výše. Je odolná a lehká, a to je přesně to, co pro kola potřebuji.

Kolo je vypletené ocelovými lanky bez dalších speciálních úprav. Podstatná je dostatečná tuhost a vhodná šířka a výška ráfku.

⁷ BALTON, Jeff. Bike Wheel Sizes Explained [online]. 2022, 12. 1. 2022, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.bicycle-guider.com/cycling-advice/bike-wheel-sizes-explained/>

Šířka ráfku se u městských kol pohybuje od 19 do 25 mm, jeho výška potom od 33 do 45 mm, aby byla kola dobře ovladatelná, ale nezačala být nesnesitelně těžká. Při výběru kol jsem se tedy pohybovala v těchto mezích.

3.1.5.1 Pláště

Volba pláště je pro kolo také důležitá, hlavně z hlediska pohodlí jízdy, a také její bezpečnosti.

Vybrat pláště pro městské kolo není tak náročné jako hledání specializovaných pláště, ale má to svá specifika. Širší pláště většinou znamenají pohodlnější jízdu, ale zároveň jsou těžší, než tenké. Proto jsem v tomto případě volila střední cestu a pro svůj finální design, na doporučení mého vedoucího, zvolila spíše širší, aby byla jízda pohodlná.

Šířka pláště pro můj finální design by se tedy měla pohybovat mezi 35-42 mm, abych zachovala optimální poměr mezi pohodlím při jízdě, ale aby zároveň pláště nepřidávaly kolu příliš na hmotnosti. Velikost pláště je samozřejmě ovlivněna šířkou a výškou ráfku, ale také třeba tím, jaké brzdy na kole používáme.

Širší pláště, jak jsem již zmínila, znamenají větší pohodlí při jízdě. Zároveň je v posledních letech často vyvracena informace, že tenčí pláště znamenají rychlejší jízdu.

Široké pláště totiž fungují dobře i při menším nahuštění, a tak mají lepší kontakt s vozovkou, čímž je eliminován odpor. Jízda je tak o trochu rychlejší a pohodlnější.

⁸

U městského elektrokola je vhodné volit spíše hladký dezén, aby docházelo k co nejkonstantnějšímu kontaktu s vozovkou, a jízda tak byla plynulá a tím pádem bezpečná. Hlubší dezény jsou lepší pro nerovné terény a jízdu mimo silnice.

3.1.6 Sedlo

Platí, že pokud potřebujeme na kole podávat nárazové a extrémní výkvy, je zpravidla lepší úzké sedlo. Pro každodenní užití a na delší jízdy je preferované spíše široké a pohodlné.

⁸ JONES, Taylor. *Ultimate Guide to Road Bike Tyres: Everything to Know* [online]. 2019, 14. 3. 2019, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.bikeexchange.com.au/blog/road-bike-tyres-what-to-know>

Při rešerši, jaké je sedlo je nejpohodlnější pro městskou cyklistiku, jsem také přemýšlela nad jeho formou a materiálem, a narazila jsem na informaci, která pro mě byla trochu překvapivá: lepší je tvrdší sedlo skořepinového tvaru, než měkké a vycpané. Proč tomu tak ale je, když to jde proti intuici?

Kosti sedacího ústrojí jsou totiž uzpůsobeny tak, aby plně držely váhu lidského těla, když sedí. Sedla na kola jsou tedy uzpůsobena tak, aby tyto dvě kosti seděly pevně na sedle a tím chránily slabší části. Pokud je sedlo moc měkké, opíráme se do něj o nevhodné části těla, což způsobuje bolest a otupělost nervových zakončení.

Zároveň je pro městské kolo lepší sedlo skořápkového tvaru, jelikož, pokud je dostatečně tvrdé, tak se jeho tvar částečně přizpůsobí tvaru našich hýžděových svalů, a tím podporuje optimální ergonomickou podporu.

Ve zkratce, širší sedlo, které je dostatečně tvrdé a dobře odpružené, poskytuje lepší podporu až o 63 %.⁹

3.1.7 Řemen

Po hledání vhodných alternativ k běžnému řetězu jsem se rozhodla pro nahrazení uhlíkovým řemenem Gates Carbon Drive. Tento prvek jsem upravila po předchozí rešerši městských kol, která tuto technologii využívají ve velkém rozsahu. Mému konceptu vyhovuje v tom, že je méně náročný na údržbu než běžný řetěz, není třeba ho mazat, nezrezne a vydrží až 30 000 najetých kilometrů pod velkým nákladem (tedy přibližně 100x víc, než běžný řetěz).

Karbonový řemen je pro mě skvělá alternativa, jelikož tuto část kola shledávám jako jednu z nejnáročnějších na údržbu a také nejzrádnějších při jízdě, a to je něco, čemu jsem se chtěla při vyvíjení nového elektrokola vyhnout. Mé cílové skupině se snažím jízdu maximálně ulehčit a z používání kola udělat pozitivní zážitek. Zároveň je velkou nevýhodou klasického řetězu, že často špiní, a to se při běžném každodenním provozu také nehodí.

Na tomto řetězu je také skvělé, že funguje společně se systémem senzoru točivého momentu, a tak prakticky během jízdy nemění svou polohu, čímž se lépe vyhneme defektu.

⁹ Schwarzer, Ulrich, et al. "Cycling and Penile Oxygen Pressure: The Type of Saddle Matters." *European Urology*, vol. 41, no. 2, Feb. 2002, pp. 139–143, 10.1016/s0302-2838(01)00028-8.

3.1.8 Pohon (motor a baterie)

Soupravu k pohonu mého kola jsem hodnotila na několika úrovních, a to dle

- Ceny soupravy
- Celkové hmotnosti soupravy – kolo by mělo být co nejlehčí, aby při pohybu po městě nebylo pro uživatele namáhavé s ním manipulovat
- Lokace motoru – výrazně ovlivňuje ovladatelnost kola, jeho jízdní vlastnosti a opotřebování jednotlivých částí
- Externí nabíjení baterie – možnost baterii sundat z kola a nabít zvlášť, aby se uživatel vyhnul manipulaci s celým kolem
- Výkonu motoru
- Kapacity baterie
- Předpokládané vzdálenosti dojezdu
- Dalšíh pomocných vlastností, které různé vybavy nabízí (například podpora při různých režimech jízdy)

Výběr vhodné soupravy baterie a motoru jsem začala u lokace motoru v rámci kola. Různé polohy motoru totiž nabízí odlišné výhody a nevýhody s nimi spojené.

3.1.8.1 Motor

Motor v přední části kola není například pro můj model vhodný vůbec, a ani se ve velkém rozsahu pro městská kola nepoužívá.

Střední umístění motoru je široce používané u městských kol, protože jeho nabízí spoustu výhod, díky kterým je jízda v městském prostředí snazší. Díky své poloze uprostřed kola, a ne v rámci zadního nebo předního náběhu, jsou opotřebovávány všechny součásti kola stejnou měrou, a tak ho není nutné tak často servisovat.

V rámci geometrie kola dává jeho poloha ve středu největší smysl z hlediska stability a ovladatelnosti kola. Středový motor je také nejvíce efektivní možností ze všech tří nabízených poloh /napsat proč/ a jeho velkou výhodou je i to, že je velmi tichý.

Velkou nevýhodou je ale jeho cena, která bývá často dvakrát až třikrát vyšší, než u motoru v zadním náboji.

Zadní motor je pro účely městské mobility ideální a většinu dobrých kvalit sdílí se středovým motorem – je stabilní, neprokluzuje a má dobrý výkon. Kvalitnější modely jsou dokonce velmi tiché a v rámci zadního kola víceméně neviditelné. Drobnou nevýhodou je ovšem to, že jeho umístění v zadní části nerozkládá opotřebení jednotlivých součástí po většině kola, ale opotřebává komponenty v jeho okolí rychleji. Je tedy třeba volit takový, aby byl, pokud možno, co nejlehčí.

V této fázi pro mě nebylo lehké se rozhodnout, zda zvolit středový nebo zadní motor. V konečné fázi byla ale rozhodující především cena. Když jsem se vrátila k úplně původnímu záměru a mojí cílové skupině, rozhodla jsem se, že dám

přednost kvalitnějšímu zadnímu motoru než středovému, a to především ze dvou důvodů:

Prvním důvodem je jeho cena, která je podstatně nižší než oproti středovým modelům. U mé cílové skupiny očekávám spíše to, že nemá s elektrokoly příliš velkou zkušenost, a tak nemá v plánu za elektrokolo utratit částku, která by jí připadala příliš vysoká.

Součástí tohoto opodstatnění je i fakt, že část nákladů, kterou ušetřím za motor, mohu rozložit do lepších věcí, které ovlivní zážitek z kola, samozřejmě při úvaze, že motor, který nakonec zvolím, bude dostatečně kvalitní, a že se i tak cena kola nevyšplhá na nepřiměřenou částku.

Druhým důvodem je to, že jsem během rešerší narazila na model, který je doopravdy lehký a v kombinaci s baterií, která patří k setu, velmi výkonný. /zmínit nějak i tu podporu při řízení

Mé požadavky na motor z technického hlediska nebyly totiž tak vysoké – hlavním parametrem byl dojezd, a to alespoň 50 km za běžných podmínek, a dostatečný výkon. Rychlost elektrokol je v Evropě legislativou (a často i omezovačem) stanovena na maximálně 25 km/h, a pro mou cílovou skupinu není rychlost elektrokola tak zásadním parametrem. Kromě toho jsem brala v úvahu i to, že pokud bych se pohybovala ve vyšších rychlostech, bylo by nutné podstatně zvýšit nároky na bezpečnost při jízdě.

Při rešerši vhodného motoru jsem ale hledala v obou skupinách – tedy zadní i středový motor – abych se případně příliš brzy neomezila a zbytečně se neobrala o vhodné řešení. I po rešerši a analýze jednotlivých modelů jsem zůstala u zadního motoru.

3.1.8.2 Baterie

Baterii jsem vybírala převážně na základě její kapacity, možnosti externího nabíjení a také jejího tvaru, abych věděla, kam v rámci kola ji mohu umístit.

Vzhledem k tomu, že zadní motor přidává hmotnosti v zadní části kola, bylo pro mě podstatné, abych tuto část už více nezatěžovala, a tak jsem se rozhodla umístit baterii na rám, a ne pod zadní nosič nad kolem, jak tomu bývá u městských kol zvykem.

Hledala jsem tedy takovou baterii, která je dlouhá a tenká, aby v rámci mého kola dobře zapadla a nebyla překážkou při ovládání kola. Dále byla důležitá, s ohledem na kapacitu, i její hmotnost – aby nebyla pro uživatele příliš těžká při vyjímání a nezhoršovala ovladatelnost kola při jízdě.

Zvolená baterie patří do sady Mivice M070 s dojezdem až 50 km na jedno nabití, což by mělo pro mého uživatele pro pohyb po městě bohatě stačit i v případě, že ji nabije do plné kapacity jednou denně.

Baterie může být buď zakomponována napevno v rámu, nebo je možné ji i vyjmout a nabíjet externě. Zvolila jsem druhý způsob nabíjení, jelikož ho vnímám jako velmi výhodný – při externím nabíjení totiž stačí vyjmout baterii a připojit ji do zdroje, a není třeba manipulovat s celým kolem. Vnímám to jako výhodné především protože kolo, ačkoliv jsem se na něm snažila ušetřit nejvíce možné váhy, není nejlehčí, a manipulace s ním například do vyšších poschodí nemusí být vždy úplně jednoduchá.

Umístění baterie na kole tak určovaly především tři faktory:

- Vliv okolních podmínek – aby baterie zbytečně nebyla vystavována vodě
- Jednoduchá manipulace – mělo by být možné ji jednoduše vyndat, nezranit se u toho a nezašpinit
- Rozložení hmotnosti – samotný motor je už přítěží pro kolo v zadní části – je tedy ideální se vyhnout umístění v okolí zadního kola

Možnost umístění baterie je také poměrně dost zúžené tvarem rámu. Baterie je sama o sobě dost dlouhá, a tak není možné ji umístit na moc míst, nicméně její dlouhý a tenký tvar intuitivně napovídá, že v rámu kola to dává největší smysl.

Zároveň je, z hlediska životnosti kola, důležité rozložit všechny těžké prvky rovnoměrně. V analytické části této práce popisuji výhody a nevýhody zadního motoru, a jednou z nich je právě to, že jeho umístění opotřebovává danou část kola rychleji. Je tedy vhodné umístit baterii tak, aby se hmotnost, pokud možno nekumulovala jenom v jedné části kola. U levnějších elektrokol je většinou baterie umístěná, v rámci úspory místa, pod nosičem nad zadním kolem, ale to se v mém případě taky nehodí.

Při analýze a následném prototypování mi tedy vyšla jako logická volba polohy baterie ve spodní trubici rámu. Vyjímatelná je v tomto případě z levé boční části a její umístění je logické i z hlediska vlivů počasí a rozložení hmotnosti v rámci celého kola.

3.1.8.3 Systém MIVICE M070



Obrázek 7 - Mivice M070

Tento systém pro pohon elektrokola jsem zvolila především z důvodu, že má pro můj design dostatečně nízkou váhu, ale i přesto velmi dobrý dojezd a výkon.

Kromě toho je design baterie i motoru velmi subtilní – motor je navržený tak, že není v rámci zadního kola skoro vůbec vidět. Průměr jeho těla je 80 mm a váží 1,7 kilogramu.

Jeho další velkou výhodou je fakt, že není hlučný, což bývá nevýhoda zadních motorů. Jeho hlučnost je přibližně 55 decibelů, tedy přibližně tolik, kolik vydává tišší lednice, zvuk tišší konverzace nebo padání jemného deště na okno.

Jeho maximální výkon je 500 Wattů a efektivita až 80 % Je adaptovatelný kotoučové brzdy, což je případ mého elektrokola.

Součástí této sady je také snímač točivého momentu a ovladač, které dohromady fungují jako automatická převodovka. Zjednodušeně, snímač zachycuje, jakou silou uživatel tlačí do pedálu a jak rychle kolo jede. Tato informace je poté předána systémem do ovladače, a ten určuje, kolik energie je třeba z baterie uvolnit.

3.1.9 Brzdy

V případě brzd jsem hledala, která z možných variant je nejvhodnější pro městské elektrokolo.

U kola bez motoru výběr brzd závidí většinou na tom, kde s kolem chceme jezdit a jaký je přesně jeho účel; u elektrokola je třeba brát v potaz i jeho delší brzdňá dráha kvůli přidané rychlosti a taky fakt, že je těžší, než běžné kolo, a tak jsou některé typy brzd méně vhodné, než jiné.

Existují tři druhy brzd, co kola běžně využívají:

- Kotoučové
- Ráfkové
- V-brzdy

Existuje několik firem, které vyrábějí brzdy specificky pro elektrokola; tyto brzdy lépe pracují s vlastnostmi specifickými pro elektrokolo, ale jejich mechanismus se nijak výrazně nemění od běžných brzd (alespoň pro mě, v případě, kdy navrhuji městské elektrokolo – v případě horských a jiných, náročnějších druhů kol, je výběr těch správných brzd ztížený zhoršenými okolními podmínkami a konkrétními požadavky).

Preferovanými brzdami u elektrokol bývají kotoučové, a to z několika důvodů.

Ve zhoršených podmínkách je podstatné, aby kolo stále brzdilo stejně rychle jako v normálním počasí, což je faktor, který automaticky vyřazuje ráfkové brzdy.

Ty fungují na principu přitlačení na ráfek kola ze stran, a tak by nebyly nevhodnější volbou pro můj produkt (např. v deštivých podmínkách). Zároveň, v případě, že máme hliníkové ráfky, by to znamenalo aplikovat velmi hrubou sílu na to, aby kolo zastavilo, a to není v případě mého návrhu vhodné.

V-brzdy nejsou pro běžná kola špatnou volbou, nicméně nemají, v případě elektrokol, tak dobrou brzdnu sílu, jako brzdy kotoučové, a tak jsem jejich volbu vypustila.

Kotoučové brzdy vychází ze srovnání nejlépe, a dle mého názoru jsou nejlepší volbou i v případě navrhování běžného kola. Zvolila jsem tedy tento typ (napsat, jaký model) a v následujících odstavcích vysvětluji proč.

Kotoučové brzdy v porovnání se zbylými brzdami mají mnohem větší sílu – často mnohem větší, než je u jízdniho kola třeba. To je vlastnost, která se v případě, že kolo váží okolo 15 kg, velmi hodí. Tato skutečnost má vliv i na ergonomii dlaně – v případě, že brzda zabírá dostatečně, i když na ni příliš netlačíme, se ruce unaví za mnohem delší dobu, než kdyby tomu bylo jinak. To je, když vezmeme v potaz, že uživatel na kole jezdí téměř denně alespoň jednou, zásadní informace.

Kotoučové brzdy můžeme dále dělit na mechanické a hydraulické.

Mechanické fungují na principu lanka, které přenáší pohyb do pístů, a tím kolo brzdí.

Hydraulické brzdy jsou závislé na mechanismu, u nichž je brzdná kapalina přenášena v uzavřeném systému. Písty se pohybují vlivem této kapaliny, a kolo tím brzdí.

Jsou výhodné v tom, že jsou uzavřené v rámu, a tím pádem nemusíme řešit žádná lanka, nicméně z funkčního hlediska jsou na tom hydraulické a mechanické brzdy nastejno.

Co mě přimělo se přiklonit spíše k mechanickým než hydraulickým brzdám, byl fakt, že mechanické brzdy jsou levnější, než hydraulické a jejich údržba nebo výměna není tak náročná.

Hydraulické brzdy zpravidla vydrží déle a mají o něco lepší brzdou sílu, ale jejich výhody pro moje účely a cílovou skupiny nijak výrazně nepřevážily ty mechanické.¹⁰

¹⁰ GROSS, Sam. Guide To Electric Bike Brakes [online]. 2022, 18. 5. 2022, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://electricbikereport.com/e-bike-brakes-a-guide-of-basics-you-should-know/>

4 PROCES NAVRHOVÁNÍ

Proces navrhování je v případě této práce poněkud těžko uchopitelný, jelikož jsem často řešila několik problémů najednou, které se týkaly různých částí kola. Zkusila jsem ho tedy popsat od celku k detailu, přes ty nejzajímavější momenty navrhování.

Ve stejnou chvíli jsem také nechtěla kolo nikterak výrazně vizuálně měnit od současných městských kol, aby nebyl jeho vzhled pro uživatele zbytečně odrazující. Nepřála jsem si ani, aby bylo nějak výrazně okázalé nebo disponovalo něčím nepřehlédnutelým. Chtěla jsem od designu to, aby byl prostý, jednoduchý, zajímavý a trochu hravý, ale aby zbytečně nevypadal jako něco, co doopravdy není.

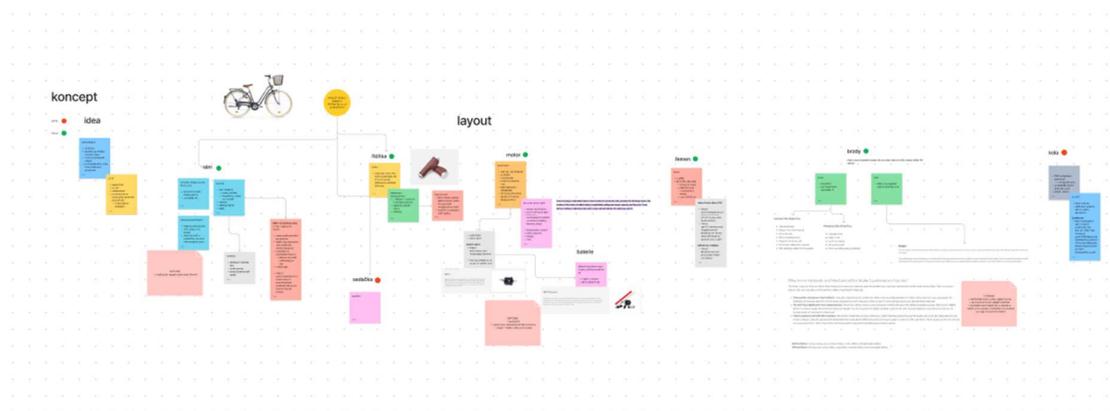
Většina kreativních částí designu byla striktně podřízena geometrii nebo funkci; v procesu navrhování tedy vycházím převážně z ní a upravuji už jen funkční detaily, se kterými je možnost si vyhrát.

Proto v této části možná nenajdete žádné překvapivé informace ani zásadně revoluční změny od dosavadního vzhledu. Nebylo to totiž mým cílem – tím byla spíše technologická a mechanická vspělost běžného městského elektrokola.

4.1 Kolo jako celek

Jako první jsem si postupně vypsala všechny informace vyvozené z analýzy problematiky a definovala jsem si přesný koncept elektrokola, podle kterého jsem pak řídila celý postup navrhování.

Informace z analýzy jsem si vypsala do FigJamů na post-ity a postupně rozvíjela jednotlivé části, které ještě nebyly přesně nadefinované.



Obrázek 8 - Post-it analýza

Poté jsem začala s těmito informacemi pracovat v souvislosti s geometrií kola, kterou jsem si zhruba nadefinovala hned jako první věc, od které se odrazit.

Nemohla bych totiž jinak navrhovat tvar rámu, který je nejvíce dominantní částí kola.

Začala jsem tedy hlavně částmi, u kterých jsem měla už jasně určené, jak budou vypadat, na základě analýzy a testování.

4.2 Další postup

Po utvoření představy o celkovém vzhledu a rozměrech kola jsem začala co nejdříve modelovat ve 3D programu. Při skicování některých možností totiž třetí rozměr chybí, a není tak jednoduché si představit, jestli bude navrhované řešení funkční. Většinu těchto postupů tedy doplňuji záběry z modelovacího programu, spíše než skicami.

4.2.1 Navrhování rámu

U tvaru rámu jsem vycházela především z výše zmíněných požadavků uživatelů, které jsem se snažila zapracovat do své estetické představy městského kola.

Částečně mě totiž k navrhování městského elektrokola vedl i vzhled těch současně nabízených na českém trhu a otázka, proč musí působit tak objemně.

Je pravda, že je poměrně velká výzva navrhnout elektrokolo takové, aby bylo kvalitní a současně nepůsobilo masivně. Je to také jeden z důvodů, proč jsem hledání vhodné sady motoru a baterie věnovala tolik času, a nakonec skončila u nejsubtilnější z nalezených možností.

Chtěla jsem, aby si mé kolo mohlo, i při zvážení faktu, že je opatřené baterií a motorem, zachovalo jemný a elegantní výraz – což je právě něco, čeho jsem si tak často nevšimla.

Od rámu jsem tedy očekávala, že bude subtilní a lehký, s odnímatelnou baterií. Zároveň jsem chtěla, aby bylo jednoduché se na kolo dostat, a tedy jsem hned ze začátku vypustila ideu vysokého rámu. Při navrhování jsem se tedy odrážela od designů, které mají horní tyč zkosenou.

Vycházela jsem ze základních dvou tvarů – diamantového a holandského rámu.



Obrázek 9 - Diamantový rám kola



Obrázek 10 - Holandský rám kola

Tyto dva tvary jsme potom dala ke srovnání mnou zkoumané skupině uživatelů městských kol, aby je zhodnotili a řekli mi, který se jim jeví jako lepší pro pohyb ve městě.

Z tohoto dotazování vyplynulo, že jsou oba dva rámy přijatelné, nicméně výhodou holnadského je jednodušší nasedání na kolo (což je příjemné hlavně pro lidi se sníženou fyzickou zdatností a lidi menšího vzrůstu).

Podle toho jsem tedy začala navrhovat dál. Palčivou otázkou úzce související s rámem byl také fakt, že by bylo vhodné do něj umístit baterii (aby se hmotnost nekoncentrovala na zadním kole). Cílem tedy bylo postavit rám tak, aby zůstal subtilní, ale zároveň udržel mnou zvolenou baterii.

V tuto chvíli jsem se tedy, místo toho, aby rám nabíral na šířce do absurdních rozměrů, rozhodla zachovat tyče v rámu dvě, s tím, že ta spodní bude širší.

To mi nabídlo možnost horní trubku ztenčit na myslitelné minimum, při zachování vhodných mechanických vlastností elektokola.



Obrázek 11 - Detail rámu

Tvar vidlice jsem tvarovala po vzoru většiny městských kol. Líbil se mi také fakt, že kopíruje podobnou křivku, jako hlavní trubky v rámu, a kolo tak dostává na měkčím a přátelštějším výrazu.



Obrázek 12 - Vidlice

Při navrhování rámu jsem vycházela z geometrie vhodné pro městské kolo, pro uživatele výšky 165-170 cm, což by byla v běžném světě kol velikost S. (Odrážím se zde od nižšího průměru průměrných výšek mužů a žen výšky a požadavku mé testované skupiny na to, aby rám existoval i v rozměru pro lidi menší než 170 cm).

4.2.2 Umístění baterie

Tento proces byl na celém návrhu kola pravděpodobně nejzajímavější, jelikož se jednalo o kombinaci ergonomických, mechanických a vizuálních preferencí. Jelikož jsem počítala s umístěním baterie v rámci rámu elektrokola, musela jsem tedy od začátku její rozměry uvažovat v kontextu rámu. Dále bylo důležité, aby byla baterie lehce vyjmutelná z rámu, ale zároveň v něm dobře držela. Její upevnění v rámu jsem tedy zajistila zaoblenými háčky. Vyndat ji je možné jednoduchým nakloněním a nadzvednutím.

Najít vhodné místo pro umístění baterie nebylo tak narovné, jelikož mě její délka omezila víceméně jen na rámovou tyč.



Obrázek 13 - Detail baterie

4.2.3 Navrhování nosičů a košíku

V případě nosičů a košíku jsem nad vizuálním designem nepřemýšlela příliš dlouhou, jelikož mi současný vzhled nosičů dostupných na trhu připadá dostatečný. Upravila jsem je tedy jen do elipsovitého tvaru a poskytla dostatečný výplet tak, aby věci nepropadaly skrz.

Nosič jsem umístila ve finálním návrhu jak na zadní, tak přední část rámu, jelikož jsem během testování často dostávala odpověď, že méně nosných prvků je spíše škoda. Na uživateli ale nechávám možnost, zda přední nosič instalovat, nebo ne. Na zadním nosiči se nachází světlo, a tak je samozřejmě součástí elektrokola.



Obrázek 14 - Detail předního nosiče



Obrázek 15 - Detail zadního nosiče

Košík jsem koncipovala tak, aby byl především jednoduchý a měkký, ale zároveň odolný. Došla jsem tedy k závěru, že nejlepší bude možnost jakési vyztužené tašky, kterou je možné z kola sundat a odnést. Je to o něco pohodlnější, než muset věci nakládat do košíku a poté je zase vyndávat ven.

Košík je zvenku z ohebného plastu a uvnitř se nachází textilní podšívka, aby se převážené věci, pokud možno, po cestě nepoškodily.



Obrázek 16 - Detail košíku

4.2.4 Volba materiálu pro styčné plochy

Jak jsem již zmiňovala v předešlé analýze, volba materiálu pro plochy, kde se uživatel přímo dotýká – tedy sedlo a gripy – je pro jízdní komfort podstatná.

Nazákladě mé analýzy jsem přestala zvažovat sedla s gelovou výplní (pro jejich neergonomičnost) a věnovala se spíše skořepinovým sedlům.

Tento druh sedel – kromě toho, že je ergonomicky nejvhodnější, protože je dostatečně tvrdý – mě zaujal také svým vzhledem. Sedlo působí na pohled velmi lehce a paradoxně možná ne moc pohodlně, nicméně se jedná o nejlepší volbu pro podporu sedacích kostí a pohodlí při jízdě.

Tato sedla bývají často potažená kůží, nebo syntetickým materiálem s podobnými vlastnostmi. Skořepina potom sedí na ocelovém rámu s pružinami.

U potahu sedla jsem, stejně jako u gripů, nechala možnost otevřenou – záleží na uživateli, kterou verzi si vybere, s tím, že syntetický materiál vyjde levněji, je evoděodolný a nemusí se o něj pravidelně pečovat. Kůže se naopak musí udržovat, ale při správném zacházení se opotřebí minimálně.

Neshledávám ani jednu z těchto materiálových variant jako preferovanou a volbu bych tím chtěla ponechat na uživateli samotném.¹¹

¹¹ ADAMS, Relja. Bicycle saddle fit: Materials they are made of [online]. 2021, 3. 9. 2021, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://bike.bikegremlin.com/2954/bicycle-saddle-materials-explained/>



Obrázek 17 - Skořepinové sedlo se syntetickým potahem



Obrázek 18 - Skořepinové sedlo s koženým potahem

4.2.5 Rozmístění ovládacích prvků na řídítkách

U jednotlivých ovládacích prvků, které jsem se snažila eliminovat na nutné minimum, jsem uvažovala hlavně jejich pozici v rámci řídítek. Ta mi přijde důležitá, vzhledem k tomu, že jsou na ni jisté ergonomické požadavky; aby bylo možné ovládat jednotlivé části jednoduše pomocí prstů za jízdy a také to, abychom nemuseli jejich ovládání věnovat tolik naší pozornosti, kterou je třeba věnovat samotnému řízení.

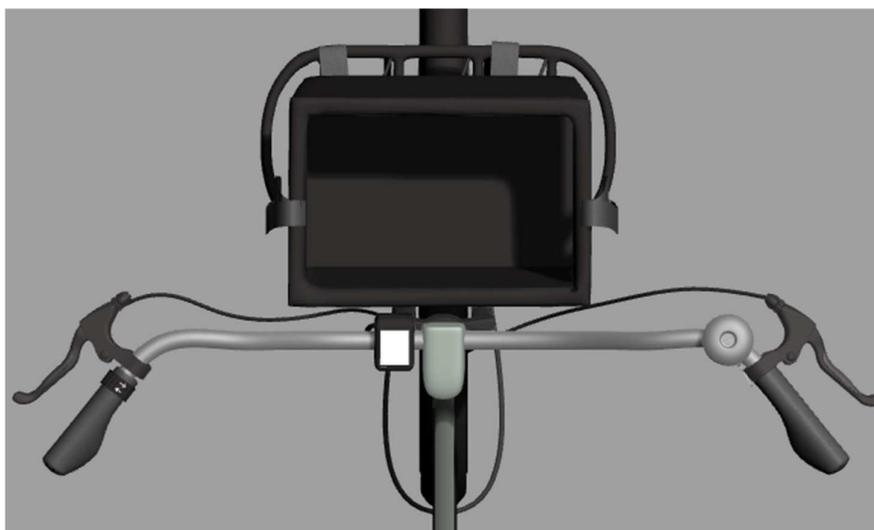
V tomto případě jsem se tedy snažila najít nalázy, která by podpořila umístění jednotlivých ovládacích prvků na pravou či levou stranu, ale v případě jízdních kol jsem žádnou takovou nenašla, a u jiných dopravních prostředků byly argumenty, které jednu z nich podporovaly, nepoužitelné.

Uvažovala jsem tedy nad touto problematikou tak, že na většině cyklostezek a silnic se v evropském kontextu jezdí vpravo. Více pozornosti tedy přirozeně

věnujeme tomu, co se děje na levé straně od nás, a tak se mi bude trochu lépe ovládat cokoliv, co je umístěné vlevo.

Nemyslím si ale, že by tento fakt nějak výrazně ovlivňoval kvalitu jízdy. Ovládací prvky jsem tedy rozmístila rovnoměrně. Na levou stranu jsem aplikovala zmíněný odbočovací mechanismus, protože předpokládám, že se na něj bude uživatel chtít podívat častěji, než na zvonek, který se ovládá jenom jedním možným pohybem palce.

Zvonek i ovládání odbočovacích světel jsem umístila tak, aby byly v dosahu prstů ruky, i když se uživatel drží pevně madel.



Obrázek 19 - Rozmístění ovládacích prvků na řídítkách



Obrázek 20 - Detail displeje

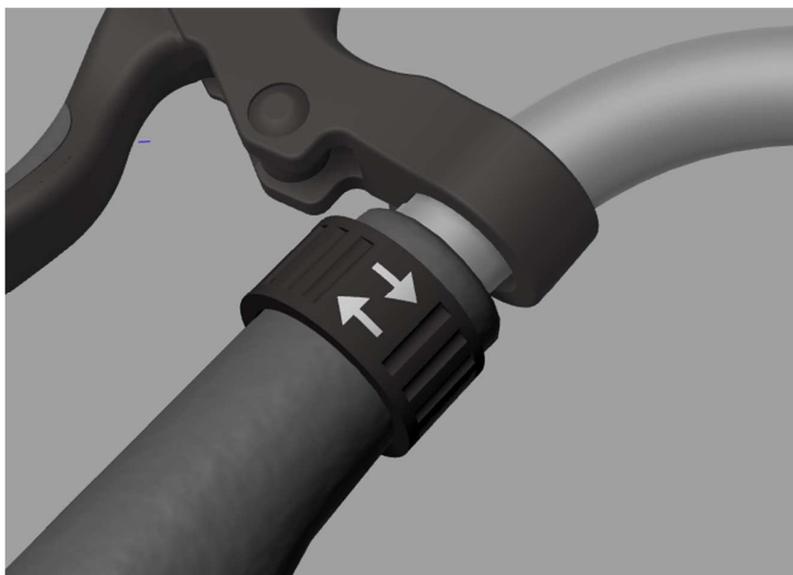
4.2.6 Design odbočovacího mechanismu

Designu tohoto drobného prvku jsem chtěla věnovat pár samostatných odstavců, jelikož jsem chvíli váhala nad tím, jestli ho navrhovat jako manuální, nebo s automatickým senzorem pohybu.

Není mezi nimi totiž příliš velký cenový rozdíl, a nejdříve jsem se přikláběla k variantě, která sama rozpozná, kdy je kolo nakloněné, a tím rozbliká vhodné světlo v zadní části kola. Nicméně jsem si později uvědomila, že je pro uživatele mnohem užitečnější, pokud může světlo rozblikat již delší chvíli před samotným zatáčením.

Manuální ovládání jsem tak navrhla jako jednoduchý kruhový objekt v rámci levého gripu s ukazateli šipek. Pro uživatele by tak mělo být přirozené, že při odbočení vlevo otočí kruhem doleva a naopak. Umístila jsme na něj dvě grafické šipky, aby bylo jasné, že se jedná o odbočovací mechanismus.

Na tento prvek, který jsem zamýšlela v provedení z odolné pryže, jsem také umístila jemné vroubky, aby byl dobře ovladatelný i například v případě, kdy se uživateli potí ruce, či pokud jede v deštivých podmínkách.



Obrázek 21 - Detail odbočovacího mechanismu

4.2.7 Design světel

U světel na kole jsem měla dva požadavky: aby nebyla moc energeticky náročná, za cenu kvalitního svícení, a také aby byla, pokud možno, zapuštěná do rámu.

Jsem totiž přesvědčená, že čím méně detailů přečnívá ven z kola, tím méně se toho může rozbít, upadnout, nebo zrezivět. Také vnímám takový design světel jako mnohem estetičtější.

Přední LED světlo jsem tedy zapustila přímo do hlavové tyče v elipsovitém tvaru, aby odpovídalo jemnosti křivek, které jsou součástí vidlice a rámu.



Obrázek 22- Detail předního světla

Důležitým momentem bylo také jeho napozicování tak, aby pokud možno nebylo překryvané nákladem vezeným ani na nosiči, ani v košíku. Je tedy umístěné přesně tak, aby se tak, pokud možno, nedělo.



Obrázek 23 - Detail s košíkem

U zadních světel jsem volila podobný design, akorát jsem je umístila na zadní rám. Nechtěla jsem, aby bylo světlo nutně samostatným prvkem, a v rámci nosiče na mě působilo dostatečně zřetelně, ale i esteticky.



Obrázek 24 - zadní světlo s rozsvíceným pravým blinkrem



Obrázek 25 - Detail zadních světel

Jak jsem již zmiňovala v úvaze, vycházela jsem zde z tradiční polohy odrazky na běžných kolech, a po stranách jsem přidala odbočovací světla tak, aby co nejméně narušovala zbylý kontext.

5 PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ

V rámci prototypování a testování jsem pokračovala s analýzou uživatelské spokojenosti s jednotlivými prvky na jízdním kole.

Součástí tohoto procesu byly rozhovory s jednotlivými uživateli jízdních kol, výzkum od stolu (zahrnující analýzu různých zpětných vazeb na jednotlivé funkce modelů elektrokol výrobců, které zmiňuji výše v analytické části), ale také výzkum v terénu, a to především pozorování, na čem lidé běžně po městě jezdí a jakým způsobem.

Prototypování bylo trochu omezené tím, že nebylo v mém případě tak jednoduché dát dohromady prototyp všech funkcí, které bych ve finálním návrhu chtěla zahrnout, a tak jsem si musela vystačit s informacemi, které k nim mají alespoň hodně blízko.

Jak jsem již zmiňovala výše, měla jsem k tomuto výzkumu ideální prostředí, jelikož se mi podařilo navštívit Dánsko, a získat zde různé názory na funkce jízdních kol a jejich součástí.

Pro uživatele jsem si předem připravila pár otázek, většinou velmi specifické ohledně jednotlivých částí kola – jak se jim sedí na jejich sedačce, jak jsou spokojeni s tvarem rámu jejich kola, co jim na kole vadí a co by v případě, že by mohli, na kole zlepšili.

Rozhovory většinou probíhaly uvolněně a bavili jsme se v každém případě o trochu jiném kole, jelikož jsem chtěla zpětnou vazbu na model, který každý z uživatelů používá denně, a tak si je vědom jeho slabostí a silných stránek.

Z těchto rozhovorů jsem dostala několik silných podnětů k tomu, jakým způsobem bych mohla design elektrokola upravit tak, aby vyhovoval mé cílové skupině. Mezi tázanými lidmi (kterých bylo dorhomady 10) jsem se pohybovala ve věkové kategorii 20-50 let.

Z těchto rozhovorů jsem si vypsala specifické body, které byly relevantní pro můj budoucí postup.

5.1 Rám

U tvaru rámu bylo pro uživatele podstatné, aby se na kolo dobře nasedalo, a to i v případě, že mají fyzické omězení, nebo jsou menšího vzrůstu. Toto pro mě byl zásadní moment, kdy jsem vyřadila možnost vysokého rámu, jak jsem již zmiňovala výše. Zároveň u rámu oceňují, pokud je zde možnost psotavit si na něj při delším čekání na semaforu nohu. Dále jsem se dozvěděla, že od rámu chtějí, aby byl především lehký.



Obrázek 26 - Tvar rámu vhodný pro postavení nohy

5.2 Řídítka

U řídítek, kdy většina dotazovaných disponovala typem cruiser, jsem se ptala, zda jsou pro ně doopravdy pohodlná, případně co by na nich změnili.

V této otázce se mi potvrdila teorie, že se s typem riser jedná o doopravdy pohodlný typ řídítek na delší cesty. Zpětnou vazbou mi byly komentáře, že řídítka doopravdy drží tělo ve vzpřímené pozici, a jízda tak není nepohodlná ani s těžším batohem na zádech.

Tento jev pravidelně také testuji sama na sobě, kdy si pro přesuny po městě vybírám sdílená kola hlavně s tímto tvarem řídítek, jelikož jsem zjistila, že z jiných mě jednoduše hodně rychle začnou bolet zádat.

Součástí tohoto malého výzkumu byl také dotaz na to, jakým způsobem by uživatelé ocenili rozmístění ovládacích prvků v rámci řídítek. Nedostala jsem zdo příliš velké množství konkrétních odpovědí, nicméně jsem z nich odvodila několik jasných bodů.

Ovládací prvky by měly být ve snadném dosahu prstů, tedy blízko u gripu. Pokud se jedná o displej, ten by mohl být umístěný spíš ke středu, aby nebylo pro informace třeba tolik natáčet hlavu.

Při ukázání a popsaní specifického návrhu odbočovacího mechanismu jsem dostala všechny odpovědi kladné. Jeho design připadal uživatelům dostatečně srozumitelný.

5.2.1 Poloha baterie

V případě polohy baterie jsem s uživateli simulovala situaci, kdy pomyslnou baterii sundávají z rámu kola, a chtěla jsem od nich dostat informaci, jakým způsobem by měla být v rámu umístěna, a kudy by mělo být možné ji vyndávat.

Z toho mi vyšlo, že umístění baterie tam, kam jsem jí zamýšlela, je vhodné. Bylo tedy třeba jen upravit mechanismu, kterým bude baterie v rámu uchycená tak, aby bylo jednoduché ji vyndat ven. Podle toho jsem také upravila design, který je možné vidět v analytické části.

5.3 Sedlo

Tvar i materiál sedla se u jednotlivých uživatelů docela podstatně lišil, nicméně jsem neslyšela v tomto ohledu příliš mnoho stížností na žádný z nich (překvapivě ani na ty gelové). Dva z uživatelů, kteří jezdí na gelových sedlech, ale připustili, že při delších jízdách se nevyhnou bolesti zad, a že v určité fázi jízdy už neví, jakým způsobem se mají na kolo posadit.

V tomto případě jsem se orientovala i podle vlastní zkušenosti, která se sedly vycpanými gelem není příliš pozitivní a nepříjemný zážitek pro mě vzniká už po kratším čase jízdy, kdežto na tvrdší sedačce se mi jede o poznání lépe.

6 VÝSLEDNÝ NÁVRH

Výsledný návrh vznikl na základě výše uvedené analýzy a uživatelského testování.

Jeho výsledkem je tedy městské elektrolo, které odpovídá požadavkům mé cílové skupiny a splňuje požadavky na bezpečnost při jízdě v městském prostředí. Zároveň design splnil mé předpoklady o jeho subtilnosti, a tak naplnil moji představu o elektrokole za dostupnější cenu, které ale nepůsobí robustně.

Celkový vzhled kola jsem za pomoci vhodně zvolených materiálů vytvořila jako minimalistický, ale dostatečně familiérní s designem běžného městského kola – tak, aby nebylo na první pohled zřejmé, že se vlastně jedná o elektrokolo.

Pomocí dostupných technologií jsem vylepšila některé stávající mechanismy běžných městských kol i elektokol.

Jedním z nich je například karbonový řemen, který plně nahrazuje obvyklý řetěz. Jeho výhodou je to, že je prakticky bezporuchový a vydží mnohem déle, než běžné řetězy na jízdnicích kolech. Není také potřeba ho pravidelně promazávat, takže do jeho údržby nemusí uživatel investovat příliš velké množství svého času.

Dalším vylepšením je sada *Mivice M070*, která poskytuje kolu hladký a tichý chod. Motor je umístěn v zadním náboji a je velice tichý – jeho maximální hlasitost je 55 decibelů, což je srovnatelné s tišší konverzací. Díky své velikosti také není na kole téměř vidět.

Stejně tak je součástí i téměř neviditelná baterie, která díky svému tenkému, podlouhlému tvaru nabízí rám tvarovat tak, aby působil velmi jemně.

Umístění v rámu nabízí její jednoduché vyjmutí a možnost externího nabití. To je velkou výhodou tohoto elektrokola, jelikož nabízí uživateli možnost nemusem manipulovat s celým kolem proto, aby ho mohl nabít.

Kapacita baterie dovoluje dojezd až 50 kilometrů, což je pro pohyb ve městském prostředí dostačující, za předpokladu, že nabíjíme jednou denně.

Součástí této sady je také integrovaný snímač točivého momentu a ovladač, které zastupují funkci manuálního řadicího mechanismu. Snímač snímá, jak moc uživatel tlačí do pedálu, a tím předává informaci ovladači, který určuje, kolik energie z baterie je třeba přidat pro konzistentní jízdu.

Na říditkách je možné najít displej, který poskytuje informace o kapacitě baterie, rychlosti a dalších technických parametrech kola.

Kolo také, oproti běžným modelům, disponuje směrovými světly, která jsem do návrhu zahrнула pro zvýšení bezpečnosti při jízdě. Tato světla je možné ovládat pomocí drobného mechanismu umístěného vedle levého gripu.

Běžná světla jsou navržena tak, aby pokud možno splynula s rámem, a tedy nikde nevyčnívaly součástky, které mohou rezivět, nebo se jiným způsobem rozbít. Všechna světla jsou LED, aby spotřebovávala z baterie co nejméně energie při efektivní svítivosti. Jsou umístěna tak, aby dobře osvětlovala cestu, a byla ihned zřetelná pro auta jedoucí kolem.

Světla čerpají při jízdě energii z hlavní baterie, ale pro případ vybití fungují na vlastním okruhu, který je možný zapnout separátně v případě, že by se baterie vybila. To zajišťuje maximální bezpečí při jízdě i na vybitém kole.

Kolo disponuje nosičem vepředu i vzadu, přimčež je zde i možnost upevnění košíku v jeho přední části.

Nosiče jsou vyrobeny z hliníku a převážené věci je možné na ně umístit pomocí uchycovacích popruhů, které jsou pružné a nabízí variabilitu rozmístění věcí.

Košík je z pružného, ale odolného plastu. Jeho vnitřní podšívka je z textilu. Disponuje také dvěma velkými uchy, a je tedy možné ho nosit jako tašku, kterou lze jednoduše nakolo připevnit, a zase ji dle potřeby sundat.

Gripy na řídítkách a sedlo jsou k mému modelu dostupné ve dvou variantách: buď v kůži, nebo v kvalitním pryžovém provedení. Obě dvě varianty mají své výhody, a tak jsem nechala volbu na uživateli podle jeho preferencí.

Sedlo je skořepinové z tuhého plastu na ocelovém rámu, tak, aby odpovídalo nárokům na ergonomii.

Kola jsem zvolila běžné velikosti 700C, se šířkou ráfku 40 mm pro pláště široké 42 mm. Širší pláště zajišťují pohodlnější pohyb v městském prostředí. Mají také velmi jemný dezén, který je vhodný pro pohyb na silnici a v městském prostředí.

Rám, který je dominantním prvkem celého kola, je tvarovaný podle požadavků uživatelů, a repektuje ergonomické nároky. Jeho horní trubka je zvojená, tak, aby i po vyjmutí baterie bylo kolo stabilní. Zdvojení jsem zvolila pro zachování subtilního výrazu při maximálním využití mechanických vlastností použitého materiálu.

Pro rám, vidlici a pedály jsem zvolila jako vhodný materiál hliníkovou slitinu Aluminium 6061. Ta je nejpoužívanější slitinou hliníku v cyklistickém průmyslu pro svou lehkost a odolnost. Zároveň je možné ho poměrně jednoduše upravovat a není drahý. Díky tomuto materiálu by se měla, dle mých výpočtů, výsledná váha kola pohybovat okolo 15 kilogramů, což ho činí lehčím elektrokolem.

Tvar řídítek, který jsem použila, je tzv. Cruiser. Jeho hlavní výhoda spočívá v tom, že drží uživatele ve vzpřímené pozici. Zápěstí uživatele je natočené v přirozeném úhlu, a tak je možné se i při delší jízdě na kole vyvarovat bolesti. Tento druh řídítek tlačí těžiště uživatele více dozadu, a tak, při vhodně zvolené geometrii, podporuje správný sed na kole, který je důležitý pro pohodlí při delších jízdách.

Při mých výpočtech mi vyšlo, že cena kola by se měla pohybovat okolo 48 000, a jeho váha by měla být přibližně 15 kg. Tím jsem naplnila očekávání technických parametrů kola, která jsem odhadla jako vhodná pro mou cílovou skupinu na základě analýzy.

Kompletní výsledný design, dle mého hodnocení, naplňuje cíle, které jsem si na začátku stanovila. Elektrokolo je kvalitní, ale není složité. Zároveň je dobře ovladatelné a lehké; jeho používání nevyžaduje větší fyzickou zdatnost, ani předešlou znalost elektrokol.

Uživateli o sobě pkolo poskytuje dostatek informací, ale není k němu třeba žádného rozšířeného technického vybavení.

Po vzhledové stránce jsem s elektrokolem také spokojená. Naplňuje moji představu o tom, jak by mělo vypadat přívětivé a elegantní elektrokolo, bez masivních prvků.



Obrázek 27 - Finální návrh



Obrázek 28 - Detail baterie



Obrázek 29 - Finální návrh



Obrázek 30 - Detail řídítek

7 TECHNICKÁ DOKUMENTACE

7.1 Technické výkresy



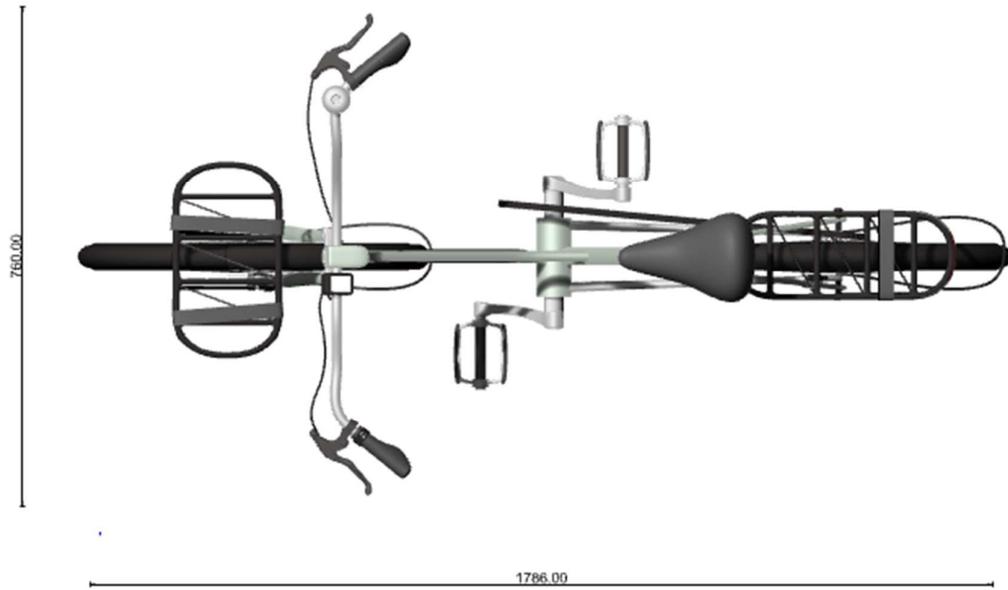
Obrázek 31 - Kolo s rozměry v mm (boční pohled)



Obrázek 32 - Výška a šířka kola v mm (boční pohled)



Obrázek 33 - Rozpětí řídítek v mm (přední pohled)



Obrázek 34- Délka a šířka kola v mm (horní pohled)

7.2 Technologie výroby

Technologie výroby pro rám kola je hned několik. Jedná se o velmi tvárný a dobře opracovatelný materiál, jak jsem již zmínila výše v mojí práci.

Dále je možné hliník žíhat, což umožňuje materiál deformovat bez přetržení a zvyšuje jeho životnost. Různé části rámu lze tímto způsobem i natahovat až o 20 %.

Po vyžhání se trubky rámu tvarují řezáním nebo hydroformingem. V této fázi mohou trubky utrpět velkou deformaci, a tak většinou dochází k několika cyklům žhání a následného formování do požadovaného tvaru.

Materiál je velmi dobře opracovatelný svařováním, a to především metodou TIG a MIG. Výhodou je, že po svaření je možné sváry znovu upravovat. Touto metodou je možné spojit různé části rámu dohromady.

Důsledkem svařování je oslabení mechanických vlastností materiálu ve svařovaných oblastech, a tak je třeba celý rám ošetřit žháním v roztoku a kalením a stárnutím.

Poté následuje povrchová úprava finálního rámu, a tou je nátěr, aby se dosáhlo požadovaného vzhledu.¹²

7.3 Hmotnostní rozvaha

Tabulka 1 - Hmotnostní rozvaha v kg

Rám+vidlice	Kola+pláště	Brzdy	Řemen+řemenice	Pohon	Sedlo	Řídítka a gripy	Světla	Doplňky
1,5	2	0,3	0,5	8	0,3	0,4	0,5	1

Dle této rozvahy, kdy jsem se opírala především o průměrné informace o hmotnostech jednotlivých částí kola, jsem se dotala na výslednou váhu 14,5 kg. Počítám ale s jistou tolerancí chybného odhadu, a tak se může výsledná hmotnost pohybovat mezi 14,5 – 16 kg.

¹² KOCH, Susanne. What aluminium alloys are best for bicycle frames [online]. 2021, 9. 6. 2021, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.shapesbyhydro.com/en/material-properties/what-aluminium-alloys-are-best-for-bicycle-frames/>

7.4 Ekonomická rozvaha

Ceny jednotlivých částí jsem určovala průměrem a hrubým odhadem. Vyhledávala jsem některé specifické modely, které odpovídaly mým technickým parametrům, a došla k těmto závěrům:

Tabulka 2 - Ekonomická rozvaha v Kč

Rám+vidlice	Kola+pláště	Brzdy	Řemen+řemenice	Pohon	Sedlo	Řídítka a gripy	Světla	Doplňky
15000	8000	4000	7000	10000	1000	1500	1000	1000

Odhad finální ceny, podle součtu průměrných cen součástí, které jsem našla na internetu, mi vyšel na 48 500,- Kč, což je pod limitem 60 000,- Kč, který jsem si pro své kolo stanovila.

V odhadu jsem se snažila ceny posadit spíše výš – je tedy možné, že reálná výsledná cena může být ještě nižší. Je ale třeba zvážit určitou toleranci a proměnlivost cen jednotlivých součástí. Rozmezí finální ceny tedy odhaduji mezi 40 000-55 000,- Kč.

Kolo tak rozpočtem naplňuje můj původní odhad.

8 ZÁVĚR A REFLEXE

8.1 Zhodnocení procesu

Proces navrhování elektrokola byl zábavný, ale i přesto, že se v prostředí městské cyklistiky pohybuj, byl poměrně náročný.

Myslím, že jsem navrhování začala dobře, a to tak, že jsem na doporučení vedoucího postupovala od celku k detailu. Nejdříve jsem tedy nastínila geometrii kola a načetla si informace o tom, co jsou specifika městských kol. S tím jsem si také definovala cílovou skupinu, a dále jsem proces navrhování podřizovala těmto faktorům. To bylo, upřímně, docela zábavné, protože mi to stanovilo jasné hranice, ve kterých se musím pohybovat, a tak jsem moc často netápala ve výběru variant.

V určitých fázích mi ale docházela inspirace a ztrácela jsem se v technických parametrech a různých detailech, které nejsou v internetových zdrojích tak dobře osvětleny – například to, jak fungují kola a rozměry ráfků mi musel vysvětlovat mechanik. Takhle to bylo u spousty technických detailů, kdy jsem se možná až moc ponořila do čísel, kterým jsem tak dobře nebyla schopná porozumět.

S odstupem musím uznat, že jsem si vybrala pro bakalářskou práci poměrně komplexní, ale zvládnutelné téma, ačkoliv se někdy analýza jednotlivých fází jevila jako nekonečná.

Kola naštěstí již několik desetiletí fungují na stejném principu, a tak jsem byla docela šťastná, že nemusím znovu vymýšlet žádný mechanismus, ale mohu si vyhrát hlavně s detaily, které mi připadaly pro dobrou uživatelskou zkušenost velmi podstatné.

Během procesu navrhování jsem se také dozvěděla mnoho informací, které bych běžně nenačerpala – například jak mohou vypadat jednotlivé varianty různých částí elektrokola, z jakých materiálů je vhodné je vyrábět a proč.

Zajímavá byla v tomto ohledu hlavně studie toho, jakým způsobem navrhnout rám, aby obsáhl baterii, ale udržel si svoje mechanické vlastnosti.

Dále mě hodně bavila ergonomie kola, což je mi asi nejbližším tématem v oblasti designu, protože ji mohu testovat na lidech a sama se do nastíněných situací docela dobře vžít, na základě vlastních zkušeností.

Průběh hodnotím jako dobrý – možná to mohlo být o něco lepší, kdybych se tak často netopila v úplných detailech, na kterých ve výsledku nezáleželo, a věnovala více pozornosti podstatnějším součástem elektrola.

Jsem ale hrdá na svou analýzu, jelikož jsem se snížila elektrolům doopravdy porozumět, a tak pro mě byl jeho vývoj především cestou za poznáním v oblasti technologií. Bavilo mě se dívat na recenzovací videa, v rámci výzkumu jsem se dokonce objednala i na testovací jízdu v zahraničí, která nedopadla. Míra nadšení pro vytvoření tohoto návrhu byla ale z mé strany obrovská.

Tuto práci neberu jen jako zakončení mého studia, ale i jako dokument, který shrnuje, co vše jsem se za dobu na FA ČVUT naučila, jakým způsobem přistupuji práci, jak provádím výzkum, během něhož navhruji produkt a jak následně jeho výsledky analyzuji a intepretuji.

S finálním výsledkem jsem spokojená, a jsem ráda, že jsem dokázala takhle komplexní téma uchopit a vytvořit kvalitní design elektrokola.

8.2 Možný vývoj

Budoucím možným vývojem pro mé elektrokolo by bylo, jak jsem již zmiňovala v předešlých částech, pravděpodobně technologické rozšíření.

Ačkoliv jsem zmiňovala, že jsem ráda, že může můj výsledný návrh fungovat i bez podpory aplikace, tuto možnost bych v budoucnu k návrhu pravděpodobně zahrнула. Věřím, že totiž existují lidé, kteří rádi dostávají z elektrokol úplné maximum, a tak by jim taková aplikace vyhovovala. Provoz kola bych ale nepodmiňovala jejím používáním. Fungovala by čistě jen jako rozšíření.

Vzhledem k tomu, že jsem si pro kolo definovala poměrně striktním způsobem jehoočkeávané parametry, bych tento finální design již dále neupravovala. Možná bych se věnovala vývoji trochu jiného modelu pro jinou cílovou skupinu, abych měla srovnání, nebo bych zkoušela dosud použité materiály nahradit nějakou novou technologií.

9 ZDROJE

9.1 Seznam použitých digitálních zdrojů

[1] BASSETT, Erik. Bike Geometry For Everyday Cyclists (Beginner-Friendly!) [online]. 2021, 13. 7. 2021, [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://twowheelsbetter.net/bicycle-geometry/>

[2] HUNTER, Trail. *Geometrie rámu kola: co byste měli vědět* [online]. 2018, 19. 1. 2018, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.trailhunter.cz/geometrie-ramu-kola/>

[3] MOORE, Preston, Chase VANDE VELDE, Richard WAGNER a Christopher DEPCIK. *Design and Analysis of Electric Bikes for Local Commutes* [online]. Houston, Texas, USA, 2015, 7. 3. 2016, 9 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://asmedigitalcollection.asme.org/IMECE/proceedings/IMECE2015/57557/V012T15A024/263905>

[4] RAKHMONOV NORMAHMATOVICH, Ulugbek. Sport Is The Basis For Healthy Lifestyle. *International scientific research journal* [online]. 2022, 1. 1. 2022, 3, 7 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://wos.academiascience.org/index.php/wos/article/view/745/685>

[5] MOORE, Preston, Chase VANDE VELDE, Richard WAGNER a Christopher DEPCIK. *Design and Analysis of Electric Bikes for Local Commutes* [online]. Houston, Texas, USA, 2015, 7. 3. 2016, 9 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://asmedigitalcollection.asme.org/IMECE/proceedings/IMECE2015/57557/V012T15A024/263905>

[6] TONKOPIY, Daniel. Is it cheap to use an electric bike? [online]. 2021, 3. 5. 2021, 3, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://eu.delfastbikes.com/blog/is-it-cheap-to-use-an-electric-bicycle>

[7] BALTON, Jeff. Bike Wheel Sizes Explained [online]. 2022, 12. 1. 2022, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.bicycle-guider.com/cycling-advice/bike-wheel-sizes-explained/>

[8] JONES, Taylor. *Ultimate Guide to Road Bike Tyres: Everything to Know* [online]. 2019, 14. 3. 2019, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.bikeexchange.com.au/blog/road-bike-tyres-what-to-know>

[9] Schwarzer, Ulrich, et al. "Cycling and Penile Oxygen Pressure: The Type of Saddle Matters." *European Urology*, vol. 41, no. 2, Feb. 2002, pp. 139–143, 10.1016/s0302-2838(01)00028-8.

[10]GROSS, Sam. Guide To Electric Bike Brakes [online]. 2022, 18. 5. 2022, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://electricbikereport.com/e-bike-brakes-a-guide-of-basics-you-should-know/>

[11] ADAMS, Relja. Bicycle saddle fit: Materials they are made of [online]. 2021, 3. 9. 2021, 1 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://bike.bikegremlin.com/2954/bicycle-saddle-materials-explained/>

9.2 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Ilustrace geometrie kola, vyhledáno 14. 3. 2022, dostupné na <https://www.tekneycling.com/collection/how-to-choose-a-gravel-bike-part-2-geometry>

Obrázek 2 - Elektrokolo Cowboy, vyhledáno 20. 3. 2022, dostupné na https://www.hybrid.cz/wp-content/uploads/2021/09/elektrokolo-cowboy-3-absolute-black__w__3-735x400.png

Obrázek 3 - Elektrokolo Tenways, vyhledáno 20. 3. 2022, dostupné na <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0563/3926/7733/products/p3.png?v=1651620998>

Obrázek 4 - Elektrokolo Elops, vyhledáno 21. 3. 2022, dostupné na [https://contents.mediadecathlon.com/p1886648/k\\$8b840279e11fdb8b93578c2640d64a5a/sq/mestske-elektrokolo-elops-120-e.jpg?format=auto&f=800x0](https://contents.mediadecathlon.com/p1886648/k$8b840279e11fdb8b93578c2640d64a5a/sq/mestske-elektrokolo-elops-120-e.jpg?format=auto&f=800x0)

Obrázek 5 - Graf / řídítka typu Riser, vyhledáno 15. 3. 2022, dostupné na <https://www.citybicycleco.com/blogs/city-bicycle-co-garage-resources/45179589-the-ultimate-guide-to-bike-handlebars>

Obrázek 6 - Graf / řídítka typu Cruiser, vyhledáno 15. 3. 2022, dostupné na <https://www.citybicycleco.com/blogs/city-bicycle-co-garage-resources/45179589-the-ultimate-guide-to-bike-handlebars>

Obrázek 7 - Mivice M070, vyhledáno 4. 4. 2022, dostupné na <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.showdaily.net%2F2021%2F08%2Fhub-drives-meet-broad-range-of-market-demands%2F&psig=AOvVaw3ADx83OtQ-c7yElm-7YiDI&ust=1653093778948000&source=images&cd=vfe&ved=OCAkQjRxqFwoTCPi4yazs7PcCFQAAAAAdAAAAABAE>

Obrázek 8 - Post-it analýza, archiv autorky

Obrázek 9 - Diamantový rám kola, vyhledáno 17. 5. 2022, dostupné z https://fgl.scene7.com/is/image/FGLSportsLtd/FGL__333365220__50__a?bgColor=0,0,0&resMode=sharp2&op__sharpen=1&hei=520

Obrázek 10 - Holandský rám kola, vyhledáno 17. 5. 2022, dostupné z https://m.media-amazon.com/images/I/813vTuJIA5L.__AC__SL1500__.jpg

Obrázek 11 - Detail rámu, archiv autorky

Obrázek 12 - Vidlice, archiv autorky

Obrázek 13 - Detail baterie, archiv autorky

Obrázek 14 - Detail předního nosiče, archiv autorky
Obrázek 15 - Detail zadního nosiče, archiv autorky
Obrázek 16 - Detail košíku, archiv autorky
Obrázek 17 - Skořepinové sedlo se syntetickým potahem, vyhledáno 14. 5. 2022, dostupné na https://m.media-amazon.com/images/I/41ExyJN5QWL._AC_SX425_.jpg
Obrázek 18 - Skořepinové sedlo s koženým potahem, vyhledáno 14. 5. 2022, dostupné na https://static.modernbike.com/Product_Images/large_IT38958.jpg
Obrázek 19 - Rozmístění ovládacích prvků na řídítkách, archiv autorky
Obrázek 20 - Detail displeje, archiv autorky
Obrázek 21 - Detail odbočovacího mechanismu, archiv autorky
Obrázek 22 - Detail předního světla, archiv autorky
Obrázek 23 - Detail s košíkem, archiv autorky
Obrázek 24 - zadní světlo s rozsvíceným pravým blinkrem, archiv autorky
Obrázek 25 - Detail zadních světel, archiv autorky
Obrázek 26 - Tvar rámu vhodný pro postavení nohy
Obrázek 27 - Finální návrh, archiv autorky
Obrázek 28 - Detail baterie, archiv autorky
Obrázek 29 - Finální návrh, archiv autorky
Obrázek 30 - Detail řídítek, archiv autorky
Obrázek 31 - Kolo s rozměry v mm (boční pohled), archiv autorky
Obrázek 32 - Výška a šířka kola v mm (boční pohled), archiv autorky
Obrázek 33 - Rozpětí řídítek v mm (přední pohled), archiv autorky
Obrázek 34 - Délka a šířka kola v mm (horní pohled), archiv autorky