

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Bakalářská práce

DESIGN MULTIFUNKČNÍHO VOZÍKU ZA KOLO

S OHLEDEM NA FUNKČNOST A BEZPEČNOST

Markéta Urešová

Plzeň 2018

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Katedra výtvarného umění

Studijní program Design

Studijní obor Design

Specializace Průmyslový design

Bakalářská práce

DESIGN MULTIFUNKČNÍHO VOZÍKU ZA KOLO

S OHLEDEM NA FUNKČNOST A BEZPEČNOST

Markéta Urešová

Vedoucí práce: Ing. Václav Kubec, Ph.D.
Katedra konstruování strojů
Fakulta strojní
Západočeská univerzita v Plzni

Konzultant: MgA. Mgr. Petr Pelikán
Katedra Designu
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara
Západočeská univerzita v Plzni

Plzeň 2018

Prohlašuji, že jsem práci zpracovala samostatně a použila jen uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, duben 2018

.....

podpis autora

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce panu Ing. Václavovi Kubcovi a panu MgA. Mgr. Petrovi Pelikánovi za jejich velkou ochotu a pomoc danou jejich mnohými získanými zkušenostmi. Děkuji za skvělý přístup a spousty nápadů, které byly pro mou práci velmi přínosné.

Obsah

1	MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE	1
2	TÉMA A DŮVOD JEHO TVORBY	2
3	CÍL PRÁCE	3
4	PROCES PŘÍPRAVY	4
4.1	NÁVRH VOZÍKU ZA KOLO	4
4.2	REŠERŠE	4
4.3	SPECIFIKACE NÁVRHU	9
5	PROCES TVORBY	12
5.1	SKICI	12
5.2	ZKUŠEBNÍ MODELY	13
5.3	VYTVOŘENÍ 3D MODELU	14
5.4	PREZENTAČNÍ MODEL	15
5.5	VIZUALIZACE	16
6	TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA	17
6.1	UHLÍKOVÝ LAMINÁT (VLÁKNOVÝ KOMPOZIT)	17
6.2	KONSTRUKČNÍ ČÁSTI	19
6.3	VNITŘNÍ PROSTOR	22
6.4	ERGONOMIE	23
6.5	ÚLOŽNÝ PROSTOR	23
6.6	SKLÁDÁNÍ VOZÍKU A PŘEPRAVA	24
6.7	POLOHOVATELNÉ MADLO	25
6.8	BEZPEČNOSTNÍ PRVKY	26
6.9	VÁHA	26
6.10	POUŽITÉ LÁTKY A JEJICH UCHYCENÍ	27
6.11	ANALÝZA NAPJATOSTI RAMENE SETU	28

7	POPIS DÍLA	31
8	PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR.....	32
9	SILNÉ STRÁNKY	33
10	SLABÉ STRÁNKY	34
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	35
11.1	KNIŽNÍ A PERIODICKÁ LITERATURA.....	35
11.2	INTERNETOVÉ ZDROJE	35
12	RESUMÉ.....	37
	Příloha 1.....	39
	Příloha 2.....	41
	Příloha 3.....	44
	Příloha 4.....	47
	Příloha 5.....	48
	Příloha 6.....	51
	Příloha 7.....	52

1 Mé dosavadní dílo v kontextu specializace

Již od dětství jsem tíhla k umění, a to díky uměleckému založení mé babičky, která velmi dobře kreslila. Od mého raného dětství jsme společně zkoušely mnoho výtvarných technik a vyráběly různé výtvary.

Od první třídy jsem navštěvovala základní uměleckou školu.

Léta strávená v uměleckém prostředí mě inspirovala i při výběru střední školy. Zvolila jsem Střední odbornou školu obchodu, užitého umění a designu v Nerudově ulici v Plzni, obor Design interiéru. Naučila jsem se mnoha novým věcem. Navrhovat jednotlivé prvky interiéru, skicovat a pracovat s různými grafickými programy.

Mé nadšení mě neopustilo. A proto mojí další volbou po zdárně ukončené maturitě bylo studium na Fakultě designu a umění Ladislava Sutnara na ZČU. Byla jsem přijata na obor Průmyslový design. Toto studium bylo pro mne v začátcích velice náročné. Problém jsem měla především s tím, propojit u daného produktu jeho design a funkčnost a pochopit proces vedoucí k finálnímu výrobku, jako je historie, rešerše, proces skicování, samotný návrh a prezentační model.

Studiem předmětů jak z Fakulty designu Ladislava Sutnara, tak i Fakulty strojní jsem získala mnoho důležitých vědomostí a dovedností využitelných pro mou práci.

2 Téma a důvod jeho tvorby

Jako téma práce jsem si zvolila design multifunkčního vozíku za kolo. Při mých oblíbených sportovních aktivitách se často setkávám s mladými lidmi, kteří tento vozík často využívají, a to nejen při jízdě na kole. Využití má také při běhu, in-line bruslení, ale i při běžných procházkách. Líbí se mi již samotná myšlenka tohoto produktu.

Myslím si, že toto téma je vhodné pro zpracování bakalářské práce, a to nejen z důvodu jeho krátké historie, ale i úzkému trhu. Ve své práci se budu zabývat jak stránkou vizuální, tak funkční. Při tvorbě tohoto úkolu je velmi důležité dodržovat předepsanou ergonomii, danou legislativu a správné bezpečnostní prvky. Proto je zásadní zjistit veškeré důležité informace z daných oblastí, na které budu muset při návrzích brát zřetel.

3 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je vytvořit návrh designového exteriéru a funkční konstrukce multifunkčního vozíku za cyklistické kolo. V této práci bude nutné držet se daných parametrů a bezpečnostních prvků, které jsou dané zákonem o chování na pozemních komunikacích.

V interiéru vozíku bude umístěn miminkovník nebo pro starší děti sedačka. Exteriér bude navržen tak, aby byl uvnitř dostatek místa pro jedno dítě.

V první fázi práce bude prozkoumána historie, rešerše nynějšího trhu, legislativa a na závěr posouzení dvou produktů od různých výrobců.

Druhá fáze se bude týkat umělecké stránky, a to jak tvorby skic, přípravných modelů, vytvoření 3D modelu v programu Rhinoceros 5, tvorby vizualizací a výroby modelu v daném měřítku. Na závěr budou vypracovány základní výpočty potřebné pro funkčnost a bezpečnost vozíku.

Finální práce musí splňovat nejen stránku funkční a designovou, ale i nezbytnou ergonomii a bezpečnost.

4 Proces přípravy

Proces přípravy zahrnuje několik kapitol zabývajících se účelem produktu, jeho historií a rešerší trhu. Obsahuje zákon o používání vozíku na pozemních komunikacích a specifikaci návrhu.

4.1 Návrh vozíku za kolo

Vozík lze využít mnoha způsoby. Jako kočárek do města, jogger – kočárek s větším předním kolem na běh, přívěsný vozík za cyklistické kolo a některé firmy nabízejí i možnost přídavných lyží pro využití vozíku při běžkování.

V průběhu let se vývoj vozíku velmi posunul. Nabízí nejen nastavitelné odpružení předního kola, ale i kol zadních, brzdu parkovací, tak i ruční, která nám dovoluje přibrzdit vozík při jízdě z kopce. Konstrukce je vyrobená z kvalitních materiálů, na které se vztahuje až několikaletá záruka.

4.2 Rešerše

Pro celý návrh tohoto produktu je velmi důležitá rešerše trhu (Příloha 1). Je podstatné dozvědět se, jak daný produkt vznikl, jak se vyvíjel, jeho jasně dané parametry a najít místa, kde produkt vylepšit a posunout designem a danou konstrukcí vpřed.

4.2.1 Historie

Burley, firma, která vznikla v Americe téměř před 40. lety se jako první začala věnovat výrobě vozíků za kolo pro děti. Celý nápad vznikl, když Al a Bev, zakladatelé této značky jezdili prodávat své cyklistické brašny na trh v Oregonu. Oregon se nacházel 45 km daleko od jejich domova v Cottage Grove. Al Scholz přišel s nápadem převážet brašny ve vozíku za kolem. Prvotní vozík (Obrázek 1) byl vyroben z ohnutých trubek. Jejich první jízda skončila v půlce cesty, kdy se vozík rozpadl

na kousky. Po mnoha vylepšeních se konečně podařilo Alovi vyrobit dostatečně pevný vozík i na to, aby v něm mohl převážet svou dcerku. Bylo v něm i dostatek místa na převoz zavazadel [7].



Obrázek 1 První vozík za kolo od firmy Burley [7]

4.2.2 Nabídka současného trhu

Mezi světoznámou firmu zabývající se výrobou vozíků za kolo pro děti, jak již bylo zmíněno výše, patří firma **Burley - USA**. Výrobou se zabývá od roku 1978. Po celou dobu firma pracuje na jeho vývoji. Snaží se zajistit jeho větší bezpečnost, jednoduché ovládání, zvyšovat pohodlí interiéru a odolnost konstrukce. Výrobce nabízí nejen nastavitelné odpružení konstrukce, ale na rozdíl od jiných tvůrců, i vybranou síťku jako prostor pro helmu za hlavou dítěte tak, aby sedělo dítě pohodlně i s přilbou a hlava se mu nepředkláněla.

Cyklovozíky Burley (Obrázek 2) odpovídají standardům americké zkušebny ASTM a německé TÜV určené pro dětské vozíky. Norma ASTM, předepisuje pevnost rámu, odolnost proti nárazu, strukturální integritu v případě převrácení vozíku, dokonalost spojení s kolem a celkovou odolnost vozíku jako celku.

Firma také podrobuje vozíky několika testům na kvalitu výroby. Mezi testy patří např. *Test na bubnu* (test simuluje přejetí vozíku přes výmoly, a zjišťuje se, zda je osa kol a rám vozíku dostatečně pevná). Dalšími testy jsou *Pádový test*, *Drťící test*, *Rozjed' se a zastav* a *Převracející test* [8].



Obrázek 2 Dětský vozík Burley Encore [9]

Mezi další známé výrobce patří např. německá firma **Zwei plus zwei**, vyrábějící cyklovozíky značky Croozer (Obrázek 3).

Jejich hlavním konkurentem se stala kanadská firma **Chariot Carriers**, která na trh přišla s vozíkem Chariot (Obrázek 4).

Obě značky se od sebe v mnoha směrech odlišují. Odpružení Dogy, které používají vozíky Croozer, je pro děti mnohem pohodlnější. Dokáže nabídnout rozsah až okolo dvanácti centimetrů a lze jej jednoduše nastavovat podle hmotnosti dítěte. Toto odpružení nabízí také velice citlivé nastavení tuhosti, a to ať již pro miminko o váze 3 kg, nebo pro dítě o hmotnosti 20 kg. Chariot naopak používá listové odpružení Sylomer, jehož zdvih je odhadem jen 2-4 cm. Z tohoto důvodu se tyto vozíky nedoporučují pro cestu do terénu. Vhodné jsou na jiné aktivity jako např. na in-line bruslení.

Vozíky Chariot jsou vybaveny ruční brzdou. Jejich současný model Chariot Thule CX 1 disc má současně i brzdy, které brzdí zadní kola. Pro jízdu na bruslích je to velmi důležité. Croozer má ve své výbavě pouze brzdu předního joggingového kola. Ruční brzdu jako součást brzdového setu Croozer také nabízí, ale při naloženém vozíku

rozhodně nezastaví ihned na místě.

Ohledně stability těchto vozíků se recenzenti ve větší míře kladně přiklánějí k vozíkům Croozer.

Značka Chariot vyrábí vozíky menší a užší. Výhodou je průjezd i dveřmi šíře 90 cm. Nevýhodou je nedostačující stabilita a madlo, které je poměrně nízké a vyšší lidé mohou mít problém s pohodlím při použití vozíku jako kočárku nebo při In-line bruslení.

Pokud chceme porovnat vozíky ohledně snadné obsluhy, vede vozík Chariot CX, a to díky jednoduššímu systému „ezClick™“ (lidově řečeno „na zamačkávací čudlíky“). Croozer používá systém závlaček a rychloupínáku pro přichycení předního kola.

Konstrukce vozíků Croozer je vyráběna z hliníkového trubkového rámu a podvozek z oceli. Chariot naopak používá hliníkové nebo duralové konstrukce, proto jsou tyto vozíky lehčí [10].



Obrázek 3 Croozer kid plus for 1 [11]



Obrázek 4 Chariot Thule CX [12]

4.2.3 Další způsob přepravy dítěte na kole

Dalším možným způsobem přepravy dítěte na kole je využití cyklosedačky.

Přední cyklosedačka je určena k přepravě dětí s hmotností do 15 kg. Dítě je při jízdě pod dozorem a její umístění mu zajišťuje dobrý výhled. Sedačka má vysoko posazené těžiště, což znamená nesnadnou manipulaci a špatnou stabilitu kola. V případě některých druhů kolizí může řidič dítě lépe ochránit (např. vlastním tělem). Na druhou stranu, při podklouznutí kola padá nejen jezdec, ale i dítě z poměrně velké výšky. Mezi další nevýhody patří horší výhled cyklisty.

Zadní cyklosedačka umístěna nad zadním kolem cyklistického kola je určena pro starší děti zhruba do 3 - 4 let. Sedačka může být odpružená a posed je tedy pro dítě pohodlný. Vysoko a dozadu posunuté těžiště znamená nesnadnou manipulaci s kolem. Při zastavování a rozjezdu, je kolo nestabilní. Při pádu padá jezdec i dítě z poměrně velké výšky a dospělý může spadnout na dítě. Dítě má omezený výhled [13].

4.2.4 Legislativa

Ode dne 13. 6. 2012 platí novela zákona o provozu na pozemních komunikacích, která legalizuje používání vozíků pro přepravu dětí za jízdními koly. Jedná se o **Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích.**

§ 58 ods. 6 tohoto zákona pojednává o správném používání cyklovozíků. K jízdnímu kolu se smí připojit přívěsný vozík, který není širší než 900 mm, má na zádi dvě červené odrazky netrojúhelníkového tvaru umístěné co nejbližší k bočním obrysům vozíku a je spojen s jízdním kolem pevným spojovacím zařízením. Zakrývá-li přívěsný vozík nebo jeho náklad za snížené viditelnosti zadní obrysové červené světlo jízdního kola, musí být přívěsný vozík opatřen vlevo na zádi červeným neoslňujícím světlem. Jsou-li v přívěsném vozíku přepravovány děti, musí být přívěsný vozík označen žlutým nebo oranžovým praporkem nebo štítkem o rozměru 300 x 300 mm vztyčeným ve výšce 1200 - 1600 mm nad úrovní vozovky [14].

4.3 Specifikace návrhu

Jelikož trh nabízí nepřeberné množství cyklovozíků pro děti, jsou v této kapitole specifikovány jednotlivé body pro tuto práci podstatné:

- **Použití**
 - Přívěsný vozík za kolo
 - Vozík na jogging
 - Kočárek

- **Bezpečnost**
 - Pevná a tuhá konstrukce
 - Kvalitní opláštění konstrukce (prodyšná a nepromokavá látka)
 - Dostatek místa v interiéru
 - Reflexní prvky (dvě reflexní odrazky na zadní části vozíku)
 - Hluboké těžiště
 - Umístění vlaječky (znamení, že je převáženo dítě)
- **Komfort**
 - Nastavitelná výška madla, pohodlná rukojeť
 - Nastavitelné odpružení vozíku
 - Brzda parkovací (ovládání nohou) a ruční (na madle)
 - Úložný prostor
 - Jednoduchý princip výměny předního kola a tyče
 - Snadné složení vozíku
- **Design**
 - Vhodný tvar, který nebude zpomalovat jízdu
 - Správná barevnost, volba látky (výrazná a reflexní)
 - Chytré umístění oken, které budou nabízet velký výhled
- **Vlastnosti**
 - Místo k sezení pro jedno dítě do výšky 120 cm
 - Výška uchopení madla 790 - 1150 mm
 - Hmotnost vozíku do 14 kg
 - Maximální zatížení – nosnost do 35 kg (váha dítěte)

- **Rozměry**

- Velká kola 20"
- Přední kolo 16" pro jogging a in-line bruslení
- D x Š x V bez držadla max. 1140 x 700 x 950 mm
- D x Š x V složené max. 1140 x 700 x 450 mm

- **Materiál**

- Konstrukce, kombinace kompozitu, hliníkových tyčí
- Opláštění (látka, folie) nepromokavé a reflexní

5 Proces tvorby

Tvorba nového designu určitého produktu začíná vždy rešerší, tedy seznámením se s dnešním trhem. K tématu vozík za kolo byl trh procházen z mnoha směrů.

Nejdříve bylo nutné zmapovat, jak se postupně vyvíjel a nadále vyvíjí design cyklistických kol. Jejich proporční uspořádání, volba materiálů, s nimiž je spjatá i výsledná hmotnost. S vývojem cyklistických kol úzce souvisí i vývoj daleko mladších cyklovozíků.

Následně bylo důležité prověřit, jaké vozíky se vyrábějí, jak fungují, z jakých jsou materiálů, kolik váží, jejich rozměry a jaké jsou jejich klady a zápory (Příloha 1). Nedílnou součástí byl i vzhled a funkce vnitřního prostoru, konkrétně sedačky a bezpečného pásového zajištění dítěte. V tomto směru bylo uvažováno o použití sedačky s funkcí isofix. Sedačka by se mohla využít na stejném principu ve vozíku, jako v automobilu. Tím by mohla mít dvojí využití.

Pro svojí velkou váhu, věkové rozmezí a způsob pásového zajištění však nesplňovala požadavky.

Croozer kid for 1 a Author Pilot byly vozíky, na které byla možnost se podívat z blízka a vyzkoušet si s nimi manipulovat.

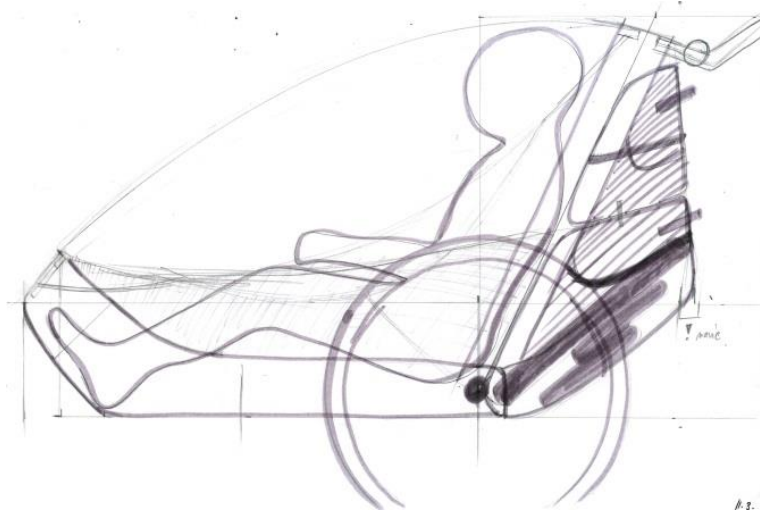
5.1 Skici

Součástí každé práce designéra jsou skici, důležité pro představu tvaru, velikosti a barevnosti.

Skici se vytvářely od začátku až do samého konce práce. Nejdříve bylo podstatné přijít na vhodný tvar, správné uspořádání jeho částí a společné prvky. Pro další fázi bylo nutné počítat se správnou ergonomií. K zajištění dostatečně velkého vnitřního prostoru se používala silueta sedícího dítěte K vyhovující výšce madla a prostoru za vozíkem naopak silueta ženy.

Skici tvaru vozíku byly tvořeny pro jasně danou velikost vnitřního prostoru pro dítě s nejvyšší možnou výškou 120 cm (Obrázek 5).

Nejdůležitějším prvkem vozíku je kompozitní konstrukce a tyčky potažené opláštěním vedoucí k jeho vrchní části. Tyto prvky nám udávají vzhled celého vozíku. Jejich velikost a uspořádání byly řešeny ve skicách (Příloha 2).



Obrázek 5 Skica vozíku se siluetou dítěte

5.2 Zkušební modely

Pro navržení výsledného tvaru vozíku nestačily pouze skici. Vytvořilo se i několik přípravných modelů.

První model byl vytvarován z claye v měřítku 1:3. Na tomto typu se vyzkoušela velikost prezentačního modelu a vzhled jednotlivých částí vozíku.

Další model byl vybroušen z polyuretanu v měřítku 1:6. Zde se ověřoval především vzhled celého tvaru a ergonomie vzhledem k siluetám dítěte a matky ve stejném měřítku. Výsledný tvar odpovídá rozměrům dítěte spočívající v odpočinkové poloze.

V další fázi se vytvořilo několik modelů z polyuretanu v měřítku 1:6. Pro představu tvaru spodní části skořepiny a opláštění byl dostačující pouze poloviční prototyp.

Poslední fáze vývoje spočívala ve vybrání jednoho tvaru, který byl

vyroben také z polyuretanu opět v měřítku 1:3. Sloužil především pro představu velikosti a pro jednodušší modelaci v programu Rhinoceros (Příloha 3).

5.3 Vytvoření 3D modelu

Vytvoření 3D modelu bylo jednou z nezbytných fází této práce. Model se vytvářel v programu Rhinoceros 5.0. V rámci modelování v tomto programu se zhotovilo několik modelů. První pro výpočet ramene setu, kde bylo nezbytné zachovat správné rozměry dílu, a to v měřítku 1:1.

Druhý 3D model se vytvářel jen pro účel 3D tisku práškovou metodou. Jednotlivé části pro tisk byly modelovány v tloušťce 2 mm. Jelikož byly části modelu tvarově složité, na několika místech se umístila žebra. Hlavní část skořepiny vozíku musela být pro svůj velký rozměr rozdělena na dvě poloviny, aby odpovídala velikosti tiskové plochy 3D tiskárny.

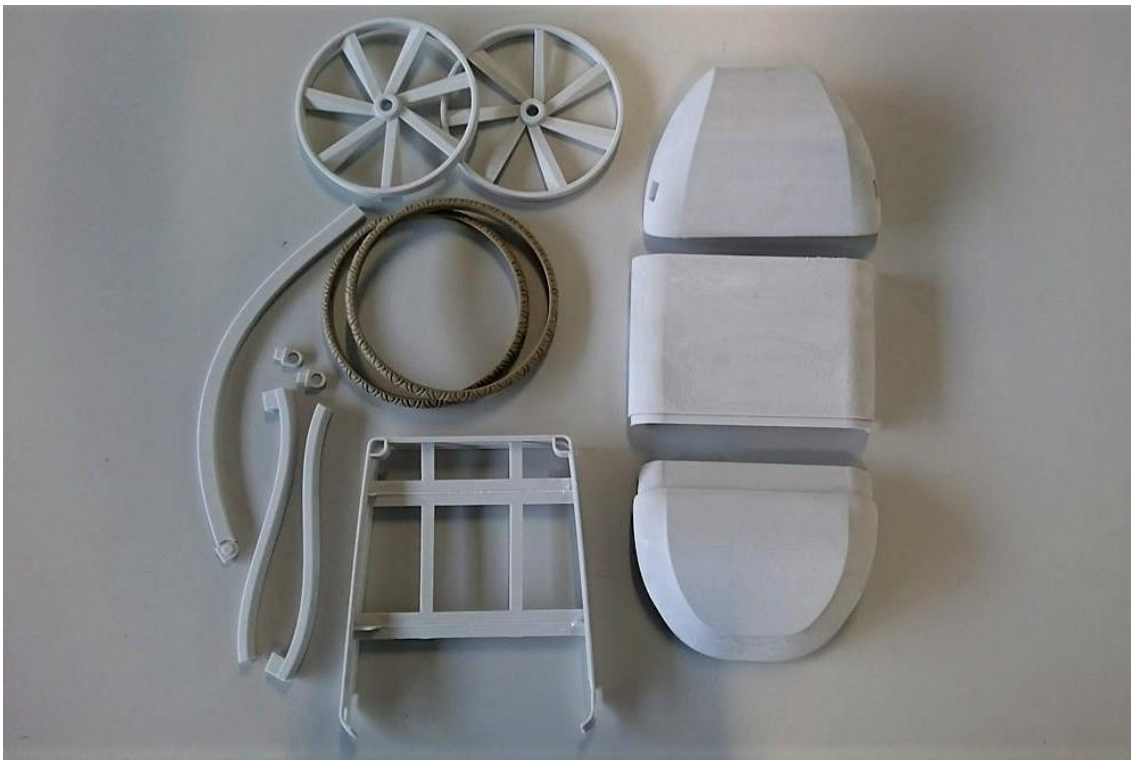
Třetí model se vyráběl primárně pro účel vizualizací. Domodelovaly se další části, zavazadlové vaky, madlo a opláštění konstrukce, které se netiskly.

5.4 Prezentační model

Jak již bylo zmíněno výše, pro vytvoření modelu pro prezentaci práce byly nezbytné správně vymodelované tvary v měřítku 1:3 ve 3D programu.

Mnoho částí se tisklo pomocí 3D tiskárny (Obrázek 6). Částem skořepiny vozíku se upravila plocha z vnější strany pomocí tmelu. Skořepina byla následně potažena folií, která svým vzhledem imituje vybraný materiál. Zbylé části modelu se upravily pomocí podkladového tmelu a povrchové barvy. Opláštění vozíku a zavazadlové vaky se ušily ze speciálních tkanin.

Pro prezentační účely byl model postaven na desku z plexiskla a připojen za siluetu cyklistického kola (Příloha 4).



Obrázek 6 Díly modelu vytisknuté pomocí 3D tiskárny

5.5 Vizualizace

Pro představení této práce jsou vizualizace velmi podstatné. V programu Rhinoceros 5 se připravil model, který byl nutný pro následné zobrazení. V další fázi byl tento 3D model převeden do programu KeyShot 5, kde se zvolily vhodné materiály, textury a ve výsledné fázi i prostředí.

V rámci ukázek byly pro lepší představivost rozměru vozíku použity modely lidské postavy.

Vizualizace se postupně tvořily pro všechny způsoby využití vozíku. Připojení vozíku za cyklistické kolo, jogging a kočárek (Příloha 5).

6 Technologická specifika

Mezi technologická specifika patří i vybraný materiál, který udává vlastnosti celému navrženému designu vozíku. V této kapitole jsou mimo jiné popsány vlastnosti vybraného materiálu a navržený způsob výroby.

6.1 Uhlíkový laminát (Vláknový kompozit)

Pro hlavní části vozíku byl zvolen poměrně nový materiál, a to z důvodu jeho mnoha výhod. Mezi nejpodstatnější jeho výhody patří významné snížení váhy zapříčiněné úbytkem nutné tloušťky materiálu a využití jeho vlastností, jako je vyšší pevnost, odolnost vůči únavě a poměr pevnosti vůči hustotě. To je způsobeno začleněním tuhých, pevných i křehkých vláken do poddajné matrice. Materiál matrice přenáší sílu do vláken, které nesou zatěžující síly. Pevnost kompozitu může být vysoká při běžné, zvýšené i snížené teplotě [6]. Kompozit je vytvořen z několika vrstev tkaniny, která je tvořena uhlíkovými vlákny. Hotový tvar má následně rozdílné vlastnosti v různých směrech.



Obrázek 7 Ukázka - Díl vyrobený z tkaniny tvořené uhlíkovými vlákny [15]

6.1.1 Výroba

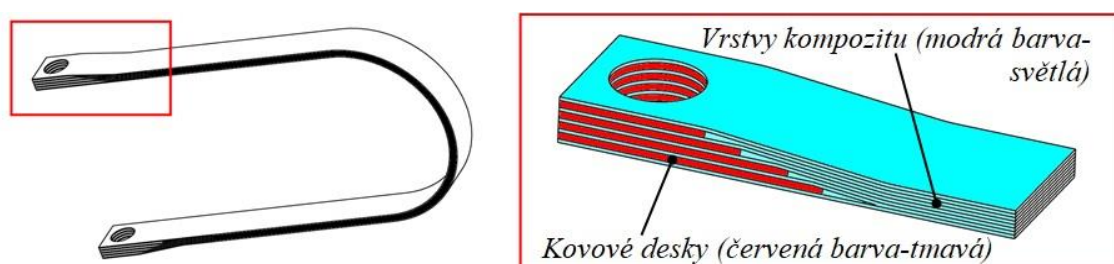
Tvar skořepiny vozíku lze vyrábět několika způsoby. Pro produkci menšího množství výrobků lze zvolit výrobu vakuovým formováním (Příloha 6). Rozložení vrstev tkaniny, lze uspořádat např. [0c/45c/90c].

6.1.2 Spoje

Laminát z tkaniny tvořené uhlíkovými vlákny lze spojovat pomocí lepených spojů. Tím nezničíme jednotlivá vlákna a nenarušíme pevnost kompozitu. Bohužel tento způsob nelze využít na všechny navržené spoje. Mezi další možnosti spojení s kompozitem patří vlisování prvku do formy již při výrobě kompozitu.

Do kompozitu je problémové a obtížné vrtat, jelikož při tomto procesu dochází k přerušení vláken v místě vrtu. Tento problém se řeší umístěním kovových destiček do místa vrtu.

Metoda byla již použita v práci zabývající se návrhem rámu tvářecího stroje, který byl vytvořen z vláknového kompozitu. V jeho spodní části bylo nutno vyvrtat díry pro jeho pevné uchycení k celé konstrukci lisu. V místě vyvrtání děr byl materiál zpevněn kovovými destičkami (Obrázek 8).



Obrázek 8 Vyztužení kompozitní konstrukce pro vyvrtávání otvoru [6]

Pro spojení jednotlivých dílů konstrukce vozíku byly navrhovány tyto tři možnosti spojů.

6.2 Konstrukční části

V této kapitole jsou popsány spoje jednotlivých dílů vozíku, navržené pro danou konstrukci z uhlíkového laminátu. Dále se tato kapitola věnuje charakteristice vnitřního a zavazadlového prostoru, skládání a přepravě, bezpečnosti a výsledné váze.

6.2.1 Uchycení kol

Osa, nacházející se mezi dvěma zadními koly spojuje všechny hlavní části vozíku, a to dvě části skořepinové podlahy vozíku, U profil a 20" kola. Tyto díly jsou v místech vyvrtaného otvoru zpevněny kovovou destičkou vloženou mezi vrstvy kompozitní tkaniny.

Přední napojení kol je řešeno dvěma způsoby. První možností je připevnění joggingového kola pomocí rychloupínacího systému ke dvěma profilům vedených z hlavní části cyklovozíku.

Druhou možností je upevnění dvou malých kočárkových kol do konzolí umístěných z obou stran vozíku.

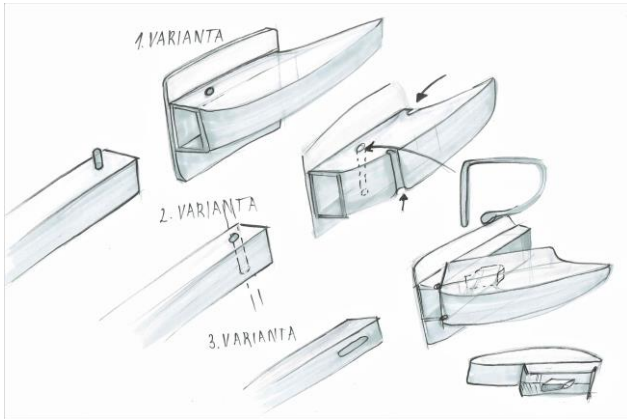
6.2.2 Konzola

Tento prvek je velmi podstatný pro bezpečné používání vozíku. V konzole se uchycuje jak profil tažený cyklistickým kolem, tak i kolo pro jogging nebo kolečka ke kočárku. Konzola je symetricky umístěná na obou stranách vozíku a plní tak dvojí funkci. Pevně spojuje přídatné části s konstrukcí vozíku a pomocí gumové části chrání zadní kola při nárazu do vozíku z boku.

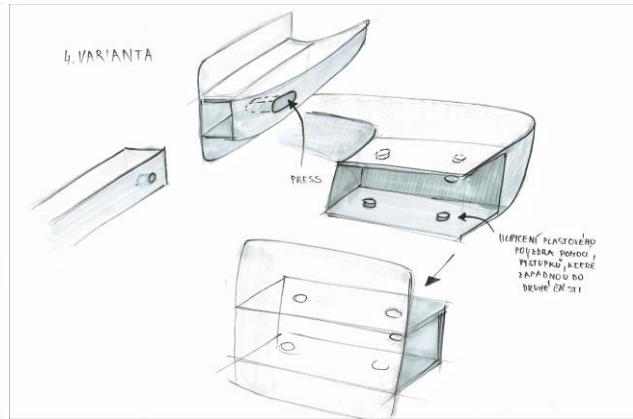
Spojovací prvek je tvořen ze dvou dílů. První díl konzoly je vložen a zalisován do kompozitního laminátu. Vnější část prvního dílu slouží k zasunování výměnných částí. Na několika jeho místech jsou vyvrtány otvory, do nichž lze uchytit druhý díl pomocí plastových výstupků.

Pro pevné spojení konzoly s profilem bylo navrženo několik možných

způsobů (Obrázek 9). Po zralé úvaze byla zvolena čtvrtá varianta, kde se nejdříve profil vsune do konzoly a poté se zajistí prostřednictvím nenápadného tlačítka nacházejícího se na boku konzoly. Tlačítko zasunuje kolíček pomocí pružiny do profilu (Obrázek 10).



Obrázek 9 Návrhy uchycení tyče do konzoly



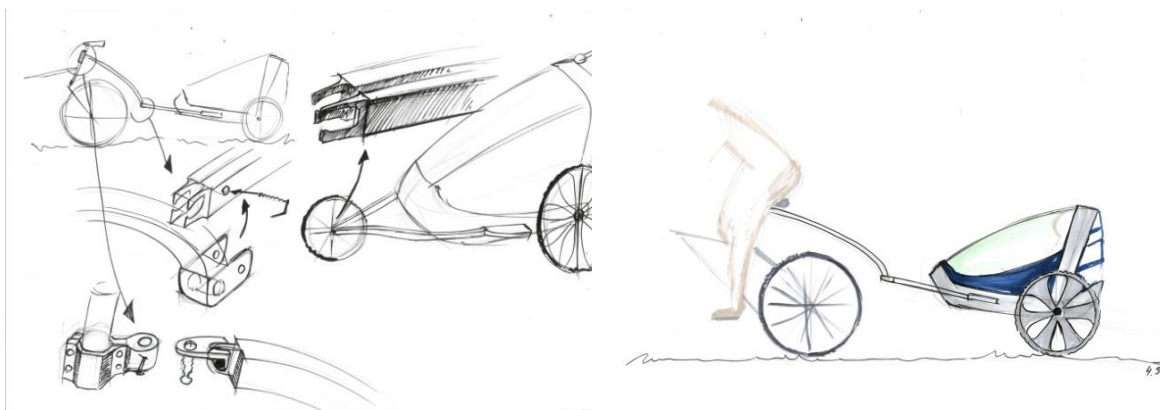
Obrázek 10 Zvolená varianta

6.2.3 Připojení vozíku za cyklistické kolo

Pro uchycení vozíku za cyklistické kolo existuje několik možností. Nejčastěji se používá varianta s jednou přídatnou tyčí. Tato tyč se jedním koncem uchytí k vozíku a druhým k ose zadního kola cyklistického kola. Jednou z dalších možností je použití profilu vedoucího od vozíku až pod sedlo cyklistického kola.

Jelikož u tohoto návrhu vozíku byla po celou dobu snaha o odlehčení, je tyč navržena odlišným způsobem.

Nejdříve je set profilů k připojení joggingového kola vsunut do konzol z obou stran vozíku a zajištěn. Následně jsou konce těchto profilů vloženy do spodní části táhla vedoucího pod sedlo cyklistického kola. Tyto dva profily a táhlo se pevně spojí kolíkem (Obrázek 11). Výhodou návrhu připojení je využití již stávajících součástí a jeho jednoduchost.



Obrázek 11 Návrh připojení vozíku k cyklistickému kolu

Pod sedlem cyklistického kola je tzv. otočný prvek, který slouží k otočnému propojení s táhlem. Tento prvek lze řešit také více různými způsoby. Několik variant je ukázáno na obrázcích (Příloha 7). Z těchto možností byla vybrána jedna (Obrázek 12), která se již využívá na podobném principu.



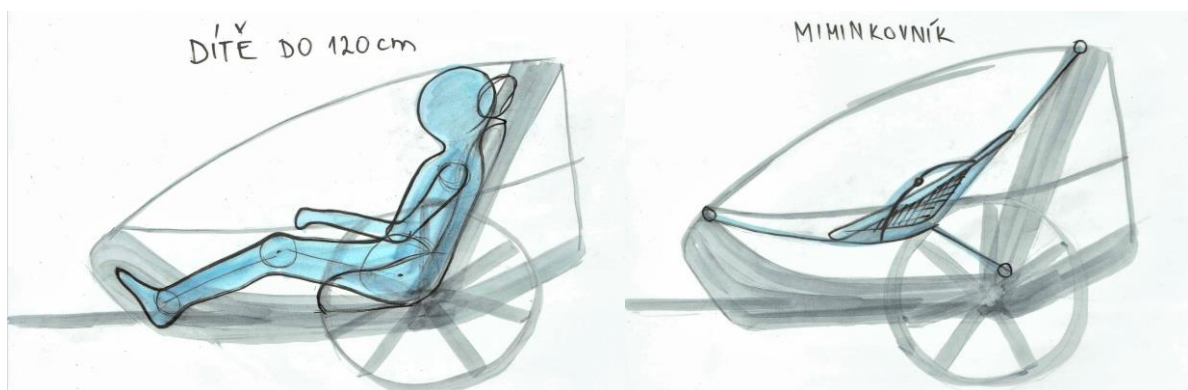
Obrázek 12 Vybraný spoj [16]

6.3 Vnitřní prostor

Vozík je určen pro děti, které již udrží hlavičku, tedy od věku cca 10 měsíců. Pro dítě, které ještě nemůže sedět v sedačce, je, pro jeho bezpečný převoz, určený tzv. miminkovník. Ve stávajících vozících se tento způsob již používá. Pro dítě staršího věku, a to až do výšky 120 cm a 35 kg, je uvnitř vozíku zabudovaná ergonomická sedačka, která lze polstry nastavit tak, aby vyhovovala rozměrům dítěte. Nastavitelná opěrka hlavy zabraňuje nepříjemným nárazům v průběhu jízdy. Bezpečný převoz dítěte zajišťuje pěti bodový pásový systém. Vrchní polovina těla se nachází uvnitř skořepinové části ve tvaru obráceného U. Tělo dítěte je chráněno tedy ze všech stran (Obrázek 13).

Při návrzích vnitřního prostoru bylo přemýšleno o využití sedačky se systémem iso-fix. Jak již bylo zmíněno výše sedačka by mohla být tak využita v automobilu a následně připevněna do vozíku. Tato možnost bohužel nevyhovuje daným požadavkům, jelikož sedačka váží okolo 20kg. Je určena jen pro určitou váhovou kategorii a v neposlední řadě používá rozdílný pásový systém, než ten který je nutné použít v cyklovozíku.

Pro bezpečný převoz miminka je použit miminkovník s vysokým polstrováním, jenž je zavěšen několika body v interiéru vozíku. Dítě se zajistí pětibodovým pásovým systémem.



Obrázek 13 Vnitřní prostor

6.4 Ergonomie

Dalším důležitým bodem této práce je ergonomie. Pro správné ergonomické řešení byl vnitřní prostor upraven tak, aby se do něj pohodlně vešlo dítě v odpočinkové poloze a s nejvyšší určenou výškou.

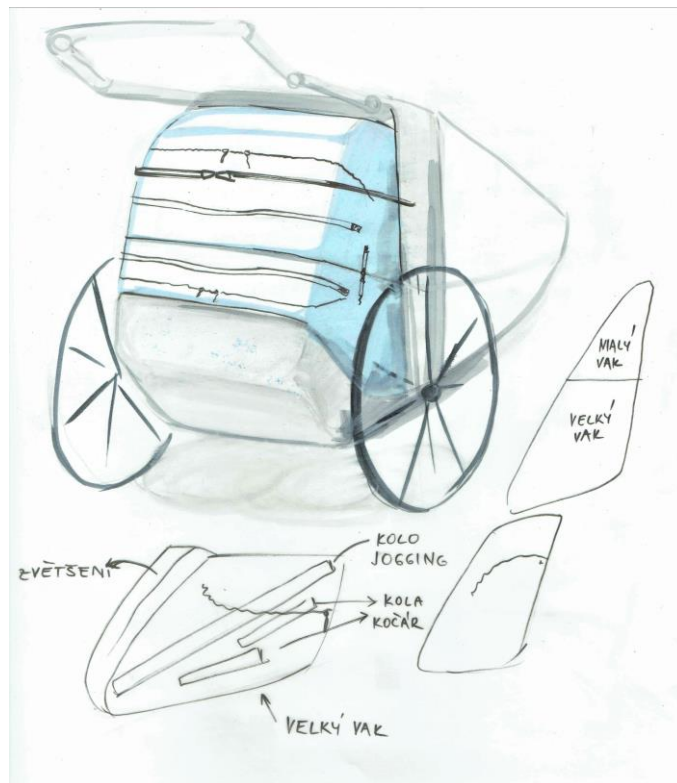
K pohodlnému posedu dítěte byla do vnitřního prostoru umístěna sedačka z měkkých polstrů, u které je možnost její úpravy dle aktuální velikosti dítěte. Úpravu lze provádět pomocí variabilních tyček v U profilu konstrukce. Tím lze polstry posouvat dle potřeb a zajistit tak správnou oporu hlavy dítěte.

6.5 Úložný prostor

Za zády dítěte se nachází zavazadlový prostor rozdělený na dvě části. Spodní část je určena pro úschovu dílů, které v dané chvíli nejsou používány, např. pokud je vozík používán zrovna jako vozík za kolo, je v zavazadlovém vaku uloženo kolo pro jogging, jedna boční tyč a malá kolečka.

Malý vak nacházející se ve vrchní části zavazadlového prostoru slouží pro úschovu věcí dítěte a rodičů. Pokud se s vozíkem někde zastaví, může se vak vyndat a vzít s sebou. Pro jeho pohodlnější přenos slouží pás. Vak se může pohodlně přehodit přes rameno.

Pokud by bylo třeba vozík převézt v automobilu, oba vaky se vyndají a vozík složí. Spodní vak pro náhradní díly lze rozepnutím zipu zvětšit na velikost složeného vozíku. Vozík složený ve vaku se nejen snadněji převezve v automobilu, ale i pohodlněji uschová přes zimu např. v garáži nebo v kočárkovně (Obrázek 14).



Obrázek 14 Zavazadlový prostor

6.6 Skládání vozíku a přeprava

Možnost rychlého a snadného složení vozíku je jednou z podstatných vlastností při jeho výběru. Je velmi důležité, aby se při převozu vešel do kufru automobilu. Pro samotného prodejce vozíků je důležitá velikost krabice, ve které se bude produkt prodávat a převážet.

Na tyto věci byl brán v práci také zřetel. Složený vozík má rozměry (D x Š x V) 975 x 600 x 320 mm. Vejde se tedy do automobilu např. Škoda Octavia Combi, který má zavazadlový prostor s rozměry (D x Š) 1050 x 810 mm.

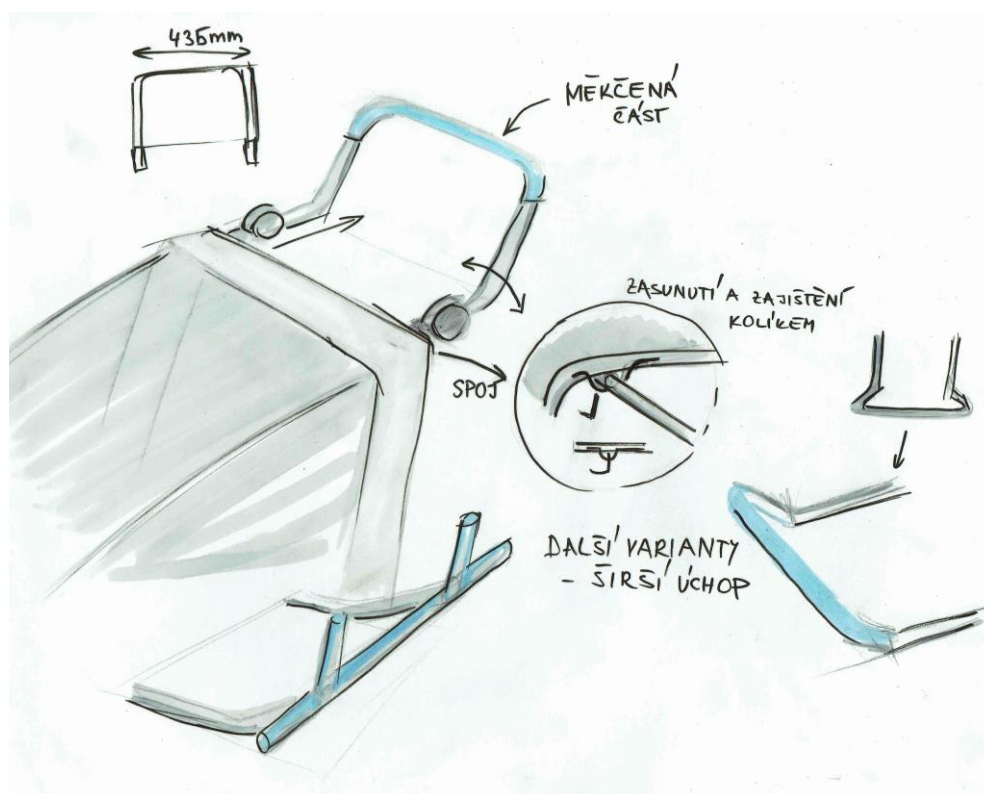
Krabice s vozíkem lze skladovat a přepravovat na standardizované paletě euro o rozměrech (D x Š) 1200 x 800 mm. Na jednu paletu se vejdu dvě krabice.

6.7 Polohovatelné madlo

Jednoduché madlo se snadno vloží do konstrukce vozíku a upevní kolíkem.

Místo, kde se madlo drží, je vyměkčené po celé délce. Výšku lze nastavit sklápěním v otočném kloubu. Sklopením madla v otočném kloubu směrem nahoru dosáhneme výšky až 1150 mm od podlahy. Madlo je možné také sklopit směrem dolů. Tento způsob se využívá při jízdě na kole. Šířka madla 435 mm volně navazuje na šířku opláštění danou jeho tyčkami. Šířka madla odpovídá rozměrům madel u dnešních kočárků.

Madlo lze nahradit několika variantami, kde je místo pro úchop ještě o něco širší (Obrázek 15).



Obrázek 15 Rukojeť vozíku

6.8 Bezpečnostní prvky

Mezi bezpečnostní prvky se řadí mnoho skutečností počínaje pětibodovým pásovým systémem, pevností konstrukce a velmi důležitými reflexními odrazkami na zadní části a na nejširším bodě vozíku. K dobré viditelnosti přispívá i volba výrazné barvy látky olemované reflexní hranou.

Při přepravě dítěte by měl být k vozíku připevněn praporek, který signalizuje přepravu dítěte.

6.9 Váha

Váha hraje důležitou roli v mnoha oblastech běžného života člověka, např. při výběru obuvi, cestovního kufříku, cyklistického kola, dětského kočárku a v neposlední řadě i vozíku za kolo.

Při studiu rešerší bylo zjištěno, že průměrná váha vozíku se pohybuje okolo 13 kg (vozík *Thule Chariot CX1* váha 13,5 kg, *Croozar Kid For One 1* 14,2 kg, *Kolofogo* 13 kg a *Burley Solo* 11,5 kg).

Jeden ze záměrů této práce bylo docílit celkově nižší hmotnosti vozíku, a to zvolením odlišného materiálu. Hliníkové trubky u současných vozíků byly nahrazeny uhlíkovým kompozitem ve formě skořepiny silné 1 mm.

Model byl vytvořen v programu Rhinoceros 5 s následným výpočtem objemu jednotlivých těles. Poté se objem vynásobil s hustotou materiálu. Při závěrečném sečtení hmotnosti všech částí je výsledná váha 9,17 kg, což je téměř o 4 kg méně než váha současných vozíků.

6.10 Použité látky a jejich uchycení

Pro vozík byly vybrány pevné, kvalitní a prodyšné látky. Z boku se použila barevná látka, která se používá na kočárky. Boční okno vozíku bylo vytvořeno z průhledné fólie. Okno je možné snadno otevřít. Na přední straně vozíku je upnuto několik vrstev tkanin. Jednotlivé vrstvy lze měnit dle počasí. Svrchní vrstva je z odolné nepromokavé tkaniny. Pod ní je použita průhledná folie. Poslední vrstvou je síťovina, která je nejvhodnější při teplém počasí. Vrstvy, které se zrovna nepoužívají, se dají lehce odepnout a schovat do zadního vaku nebo je jen smotat a zajistit suchým zipem k vrchní části vozíku.

Celá látková sestava je přichycena k bokům vozíku pomocí patentů. Její tvar je dán karbonovými tyčkami, k nimž je přichycena suchým zipem. Opláštění konstrukce lze tímto systémem lehce a rychle sejmout. Výhodou jednoduchého odejmutí je jeho snadné čištění či výměna.

Výběr správné barvy látky vozíku byl nutný pro jeho dobrou viditelnost na silnici nebo stezce. Pro exteriér vozíku se použila tyrkysová barva v kombinaci s reflexními prvky, které lemují její tvar.

6.11 Analýza napjatosti ramene setu

6.11.1 Popis konstrukce ramen

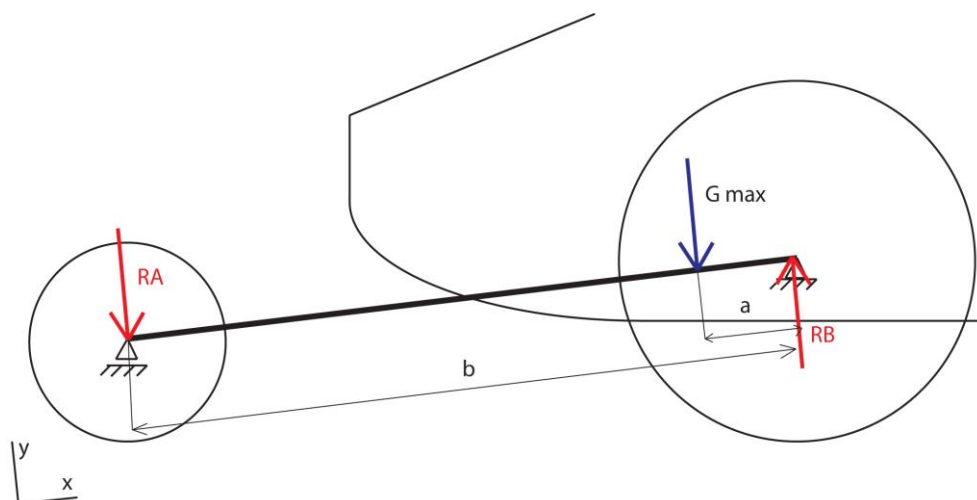
Jak již bylo výše uvedeno, běžecký set a set k tažení vozíku za cyklistickým kolem je tvořen dvěma symetrickými rameny obdélníkového průřezu. Rameno se jedním koncem upevňuje do navržené konzoly. Na druhém konci se pomocí rychloupínacího mechanismu uchycuje kolo na běh, nebo profil sloužící k tažení vozíku za cyklistickým kolem.

6.11.2 Výpočet zatížení

Ke zjištění namáhání daného profilu bylo nejdříve nutné zjistit, jak velká je tíha působící na straně s konzolí. Až poté bylo možné vypočítat reakci na druhé straně ramene. Úloha se může řešit zjednodušeně pomocí nosníku na dvou podporách, kde je jedna vazba pevná a druhá posuvná.

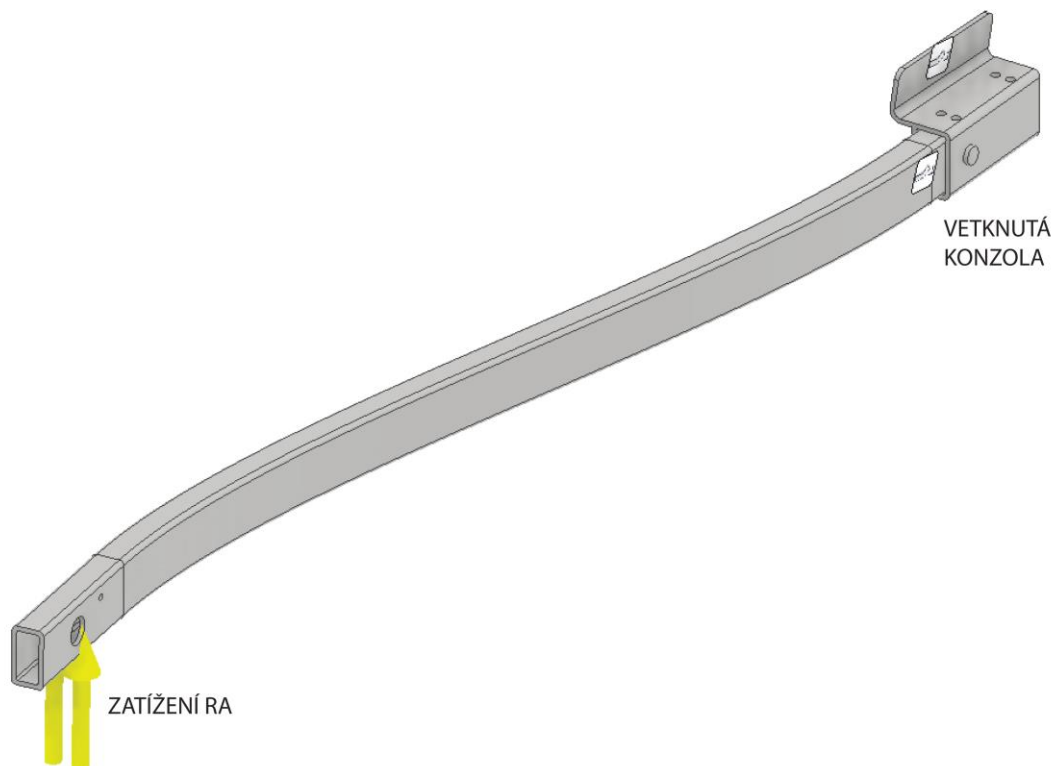
Pro výpočet tíhy působící v místě těžiště je potřeba sečíst maximální hmotnost vozíku, dítěte a hmotnost zavazadel. Výsledná váha je 43,17 kg. Po vynásobení s gravitačním zrychlením $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ se dosáhne velikosti tíhy $G=423,49 \text{ N}$.

Po výpočtu podmínek rovnováhy je získána reakce $RA=24,19 \text{ N}$.



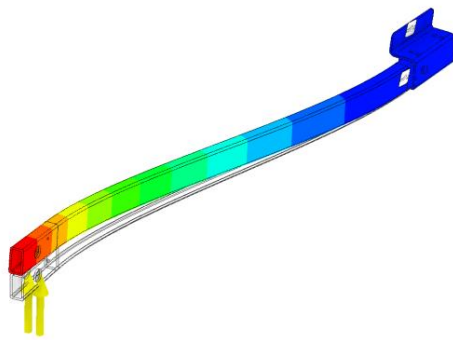
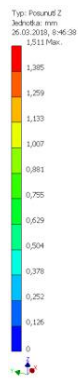
Obrázek 16 Zatížený nosník

Toto zatížení bylo použito ve výpočtu uchycení předního kola pomocí metody konečných prvků (MKP) v programu Autodesk Inventor. Pevnostní výpočet se provedl na hliníkovém profilu, na který lze připevnit přední kolo. Profil byl na jedné straně zatížen silou RA. Na druhé straně pak uchycen do držáku, který byl vetknut. Prut navržený z hliníku 6061, má pevnost v tahu 310 MPa a mez kluzu 275 MPa.

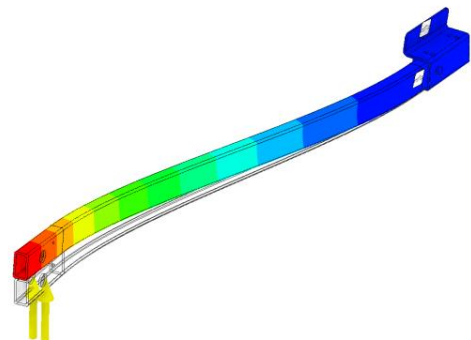
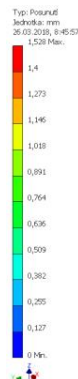


Obrázek 17 Okrajové podmínky

Posunutí ve svislém směru Z je zobrazeno na obrázku 18. Maximální posunutí 1,51 mm lze vidět v místě, kde působí síla RA. Na následujícím obrázku (Obrázek 19) je zobrazeno celkové posunutí, jež dosahuje nejvíce 1,52 mm. Na základě těchto posunů se může konstatovat, že deformace není tak velká, aby znemožnila danou funkci.



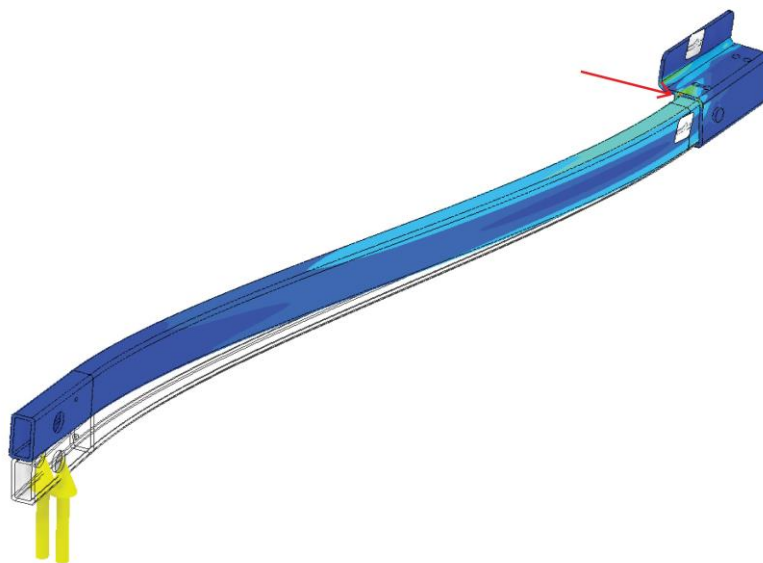
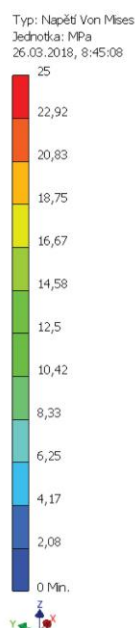
Obrázek 18 Posunutí ve svislém směr Z



Obrázek 19 Celkové posunutí

Pro zjištění napětí vznikajícího v celé části ramene je možné využít analýzu napětí Von Mises. Třírozměrné těleso má šest složek napětí, které se v tomto případě vztahují do jediného ekvivalentního napětí. Po daném výpočtu je možné zjistit, v jakých místech je těleso nejvíce namáhané (Obrázek 20). Vzhledem k barevné simulaci, kde napětí nejvíce dosahuje okolo 10 MPa lze soudit, že těleso je poměrně málo namáháno a neovlivní tím jeho správnou funkci.

V jednom místě bylo shledáno extrémní napětí 25 MPa, což vzhledem k uvažované bezpečnosti $k=5$ vůči mezi kluzu 275 MPa lze považovat za vyhovující.



Obrázek 20 Napětí Von Mises

7 Popis díla

Práce se zabývala návrhem designu a konstrukcí vozíku za cyklistické kolo. Již na počátku práce bylo zřejmé, jakým směrem se vydat. Cílem bylo vytvořit jednoduchý a přitom tvarově zajímavý tvar vozíku vyrobený z uhlíkového kompozitu. Výběrem materiálu se získá příjemně oblý tvar a celá konstrukce se odlehčí.

V průběhu práce bylo tvořeno mnoho skic a přípravných modelů sloužících k určení výsledného tvaru. K tvorbě skic a modelů se používaly siluety dítěte a matky. Sloužily ke stanovení nejmenšího možného prostoru uvnitř vozíku.

Během skicování byly řešeny tvary hlavních částí a vrchní křivka vozíku, která byla dána způsobem umístění tyček z uhlíkového kompozitu.

Poslední model vytvořený z polyuretanu v měřítku 1:3 sloužil k jednoduššímu modelování v programu Rhinoceros 5. Nadále se vytvářely vizualizace vozíku z mnoha pohledů a byly ukázány varianty jeho využití.

V rámci kapitoly technologická specifika byl popsán vybraný použitý materiál, vysvětleny jednotlivé části vozíku, upevnění kol, popsání prvků v interiéru vozíku, konzola pro uchycení profilů k joggingovému kolu a k cyklistickému kolu, skládání vozíku, jeho přeprava, bezpečnostní prvky a výsledná váha vozíku. Kapitola byla zakončena analýzou napjatosti ramene setu, kde byla ověřena bezpečnost dané části.

8 Přínos práce pro daný obor

Přínosem této práce je nové řešení cyklistického vozíku. Téma bylo vybráno především z důvodu krátké historie a málo obsáhlým trhem těchto cyklovozíků.

Jak již bylo zmíněno výše, konstrukce nynějších vozíků na trhu jsou tvořeny převážně z hliníkových tyčí. První změnou byla náhrada hliníkových tyčí skořepinou z uhlíkového kompozitu ve formě třech částí. Jiným způsobem se pojal i zavazadlový prostor. Byl vyřešen systémem dvou vaků, které lze jednoduše vyjmout. Další viditelnou změnou je snadno připevnitelné opláštění tvořené z několika částí. Byl navrhnut jednoduchý princip složení vozíku.

Těmito všemi změnami byl ovlivněn tvar, vzhled vozíku, konstrukční prvky a tím i jeho výsledná váha a rozměr po složení.

Studiem počátků výroby a vývoje cyklistických kol lze konstatovat, že se vozíky budou i nadále využívat a jejich vývoj půjde neustále dopředu. Znamená to, že je možno v tomto oboru provádět stále mnoho designových a konstrukčních změn a vylepšení, které se mohou ale i nemusí odrážet ve vývoji cyklistických kol.

9 Silné stránky

Silnou stránkou této práce je vývoj tohoto tématu, a to jak po stránce designu, tak i po stránce konstrukční.

Návrh vozíku se liší od nyní prodávaných vozíků především zvoleným materiálem. Tím bylo docíleno zmenšení velikosti při jeho složení a snížení váhy celého vozíku.

V rámci práce byly řešeny i další změny, které mohou být přínosné. Jedná se o nový princip připojení profilů na joggingové kolo k vozíku a systém uchycení vozíku za cyklistické kolo.

Po designové stránce dostal vozík příjemný oblý tvar, který přispěl k jeho modernímu vzhledu.

10 Slabé stránky

Tato práce má i stránky slabé. Téma se bohužel nepodařilo po všech směrech plně vyřešit. Zůstalo několik oblastí, které by se mohly dále rozvíjet a zdokonalovat. Jeden z těchto nedostatků je nedokončený návrh tlumících a brzdících prvků.

Vzhledem k výrobě, volbě materiálů a řadě nových spojovacích systémů by bylo vhodné kompletní práci konzultovat s konstruktérem, pohybujícím se v tomto oboru.

11 Seznam použitých zdrojů

11.1 Knižní a periodická literatura

- [1] HOSNEDL, Stanislav a Jaroslav KRÁTKÝ. Příručka strojního inženýra 1: Obecné strojní části. Brno: Computer Press, 1999. ISBN 80-7226-055-3.
- [2] HOSNEDL, Stanislav a Jaroslav KRÁTKÝ. Příručka strojního inženýra 2: Obecné strojní části. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-202-5
- [3] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra. Brno: Computer Press, 1998. ISBN 80-7226-055-3.
- [4] KULA, D., TERNAUX, E. Materiology. Praha: Happy Materials, 2012. ISBN 978-80-260-0538-4.
- [5] RUBÍNOVÁ, Dana. Ergonomie. Cerm, s.r.o., 2006/01, ISBN 80-214-3313-2
- [6] BRADÁČ, J., ČECHURA, M., KUBEC, V. Vláknové kompozity a jejich využití v konstrukci tvářecích strojů. In Setkání ústavů a kateder oboru výrobní stroje a robotika. Praha: České vysoké učení technické, 2003. s. 51-54. ISBN: 80-0-02815-1

11.2 Internetové zdroje

- [7] Azub bike: Historie firmy Burley [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://www.azub.cz/historie-firmy-burley/>
- [8] Azub bike: bezpečnost dětských vozíků Burley [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://www.azub.cz/bezpecne-detske-cyklo-voziky-za-kolo/>
- [9] In: BB cyklosport: Dětský vozík Burley Encore [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <http://www.kola-online.cz/detsky-vozik-burley-encore/d2559>

- [10] In: Sportobchod: Dětský vozík Thule Chariot Cougar 1 [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://www.sportobchod.cz/detsky-vozik-thule-chariot-cougar-1-cykloset-zdarma.htm>
- [11] Dogy components: CROOZER a XLC versus CHARIOT THULECX [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <http://www.odpruzeni.cz/page.php?id=54>
- [12] In: Croozer: CROOZER KID PLUS FOR 1 [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://cz.croozer.com/modely/croozer-kid-plus/croozer-kid-plus-for-1-podrobnosti/>
- [13] Na kole.cz: Přeprava dětí na kole [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <http://www.nakole.cz/clanky/760-preprava-deti-na-kole-sedacky-voziky-nebo-nakladni-kola.html>
- [14] Zákony pro lidi: Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>
- [15] Pctuning: tyden [online]. [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: https://pctuning.tyden.cz/navody/41-upravy-modding/12243-casemodding-kompozitni_zazrak-laminat
- [16] Mec [online]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://www.mec.ca/en/product/5041-203/Lift-Trailer-Hitch?No=0&h=10+50002+50057&f=10+50002+50057>

12 Resumé

The aim of this work was to design a new design and construction solution for the wheelchair exterior.

At the beginning of the work, the history and development of the wheelchairs was mapped. Then, the main manufacturers of bicycle bikes were introduced and the advantages and disadvantages of the best-known vendors were presented.

In addition to introducing the main manufacturers of carts, the first part of the work included a comparison of other ways of transporting a child on a bicycle. Also the law on road traffic was included in the subchapter. The design of the trolley was specified in the last part of the preparation.

The following chapter devoted to the creation process. It contains sketches created throughout the work and several preparatory models that served to verify the shape. This chapter describes the creation of a 3D model in the Rhinoceros 5.0 program and visualization and presentation model of the trolley.

In the Technology Specifics chapter, the main material used for the body of the wheelchair was introduced, its production was designed and the possibilities of its connection were described.

In the extensive subchapter of the component, the design and design of individual parts of the truck were described, such as connecting the wheelchair with a bicycle wheel, interior design or safety features.

Then, based on numerical simulations using Finite Element Methods (FEM) in Autodesk Inventor, a set of arm strain analysis was created. Firstly, the highest load on one side of the shoulder was calculated, and then the reaction on the other side could be calculated, too.

The shape of the component was modeled, boundary conditions and material set. From a two-way shift analysis and Von Mises stress analysis, it was noted that the shift and tension was not so large as to limit the correct function of the set arm.

In the last chapters of the thesis, strengths and weaknesses were summarized.

In conclusion, we have managed to propose a new solution to the exterior of a bicycle, which differs from the current trucks, not only with its design and construction, but also with a choice of material and the whole new concept of this theme.

Příloha 1

Rešerše vozíků za kolo pro jedno dítě



1



2



3



4



5



6



7

¹ <http://www.tregio.cz/>

² <https://www.sportobchod.cz/croozer-kid-for-1.htm>

³ <https://www.thule.com/cs-cz/cz/bike-trailers/multisport-trailers/thule-chariot-sport--10201002>

⁴ <http://happyhealthyhip.com/blog/2014/12/01/staying-active-with-kids/>

⁵ <http://www.sportujsdetmi.cz/>

⁶ <http://www.vozikyzakoloqeridoo.cz/index.php/produkt/qeridoo-kidgoo1-sport-pro-1-dite-zluty-model-2017/>

⁷ <http://www.rcortes.com/thule-chariot-chinook-2/?lang=en>



1



2



3



4



5



6



7



8

¹<http://cz.author.eu/doplunky-kola/voziky-pro-deti/author-vozik-detsky-pilot-ua19110100>

²http://www.axit.cz/D160911_Hamax_outback_one.html

³<https://www.kola-radotin.cz/sedacka-miminkovnik-pro-deti-do-12-mesicu-chariot-cx-infant-sling>

⁴https://www.skibi.cz/files/10202001_5.jpg

⁵<https://www.th-store.cz/konzole-na-madlo-croozler-kid-1-2015-zelena>

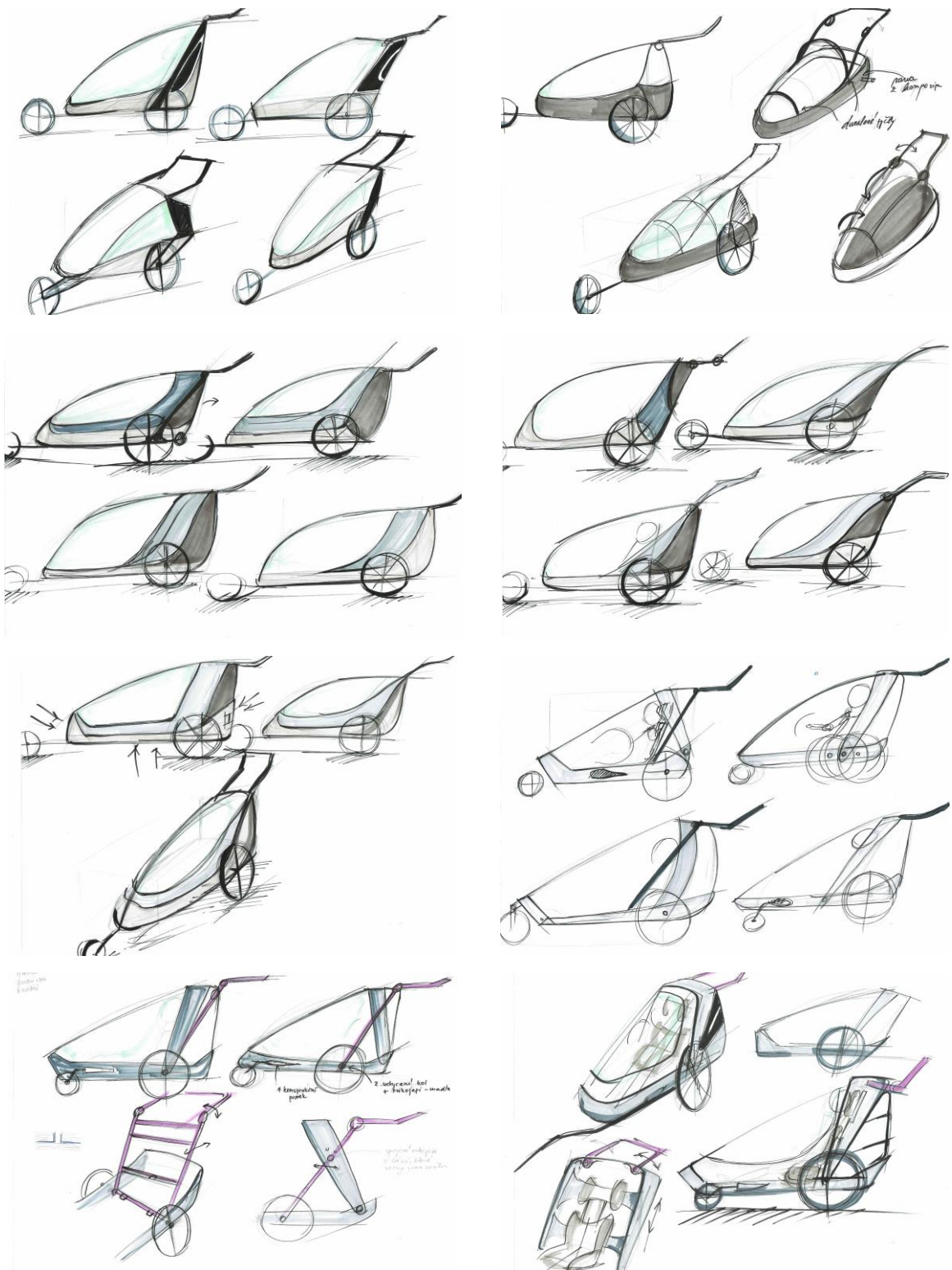
⁶<https://www.biketunel.cz/thule-chariot-cts-cross-1-orange/>

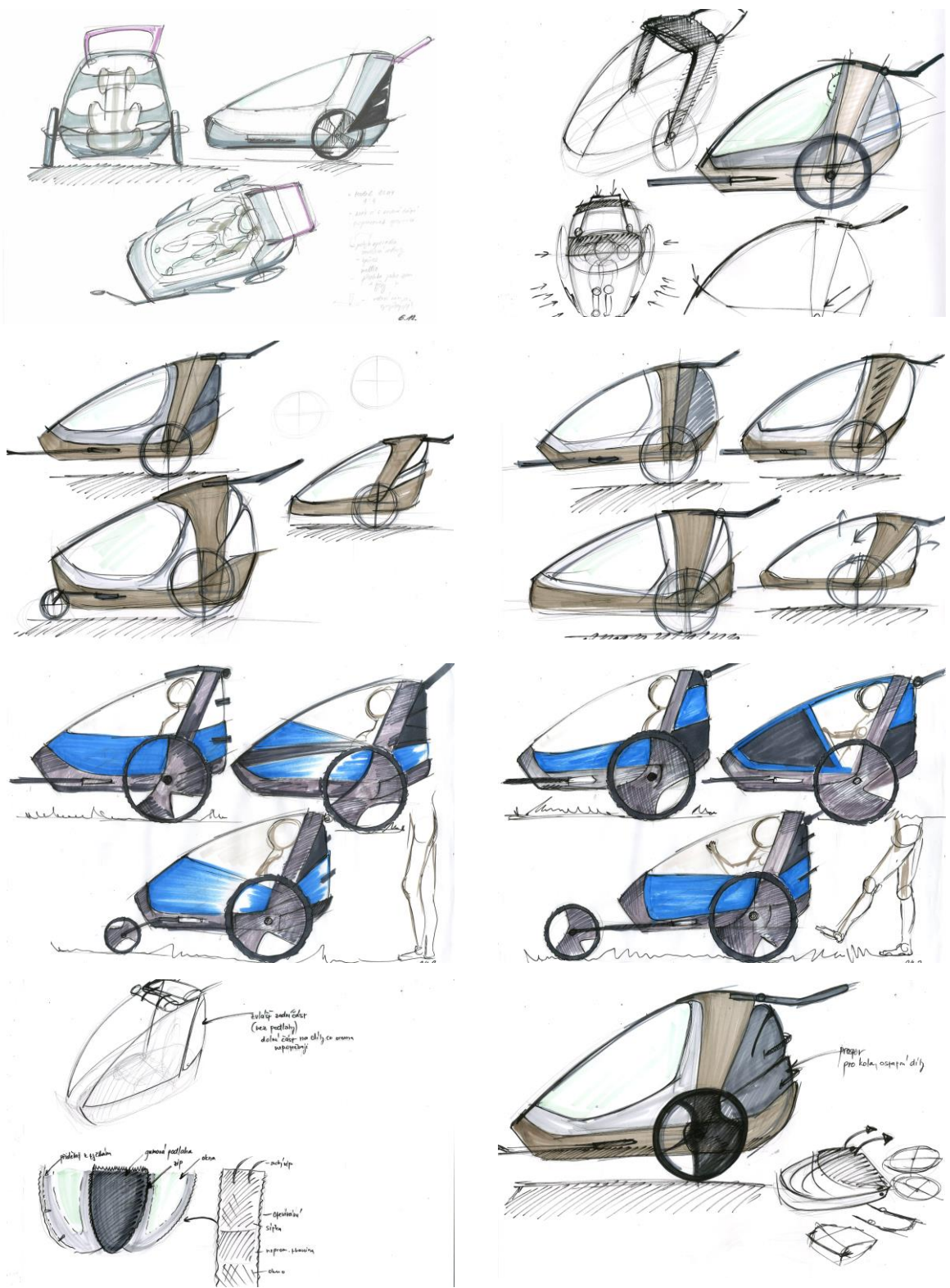
⁷https://www.thule.com/cs-cz/cz/bike-trailers/multisport-trailers/thule-chariot-cross_-10202001

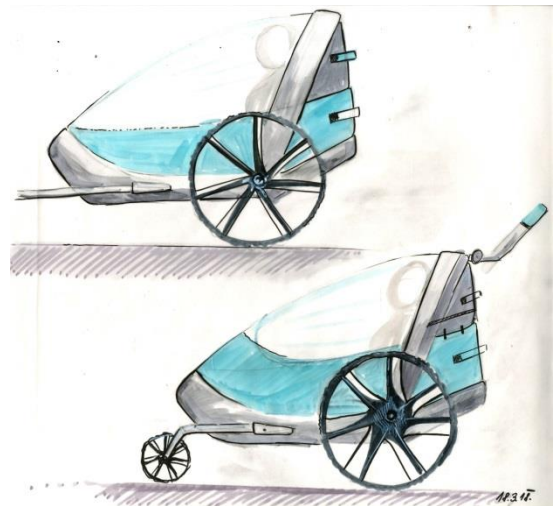
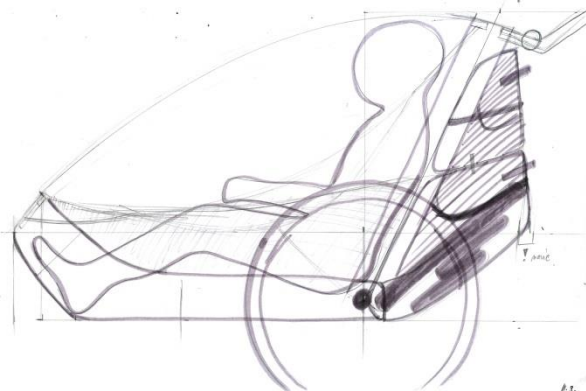
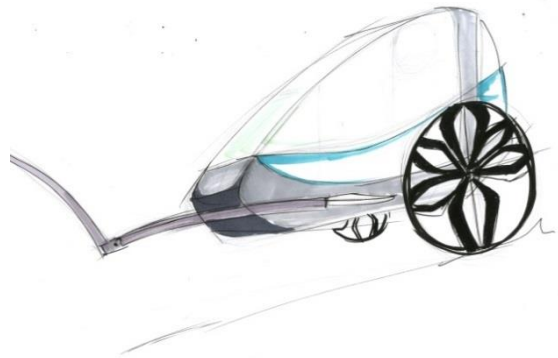
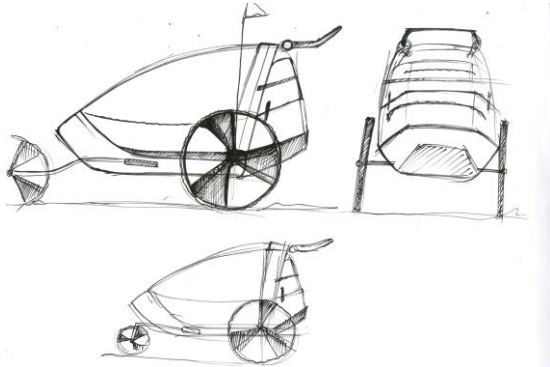
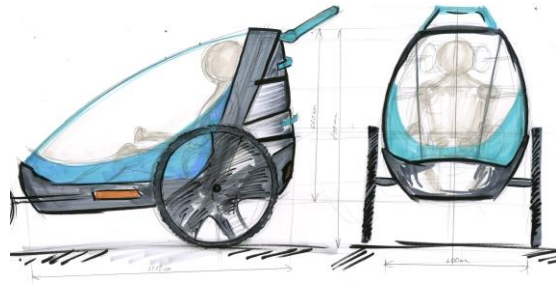
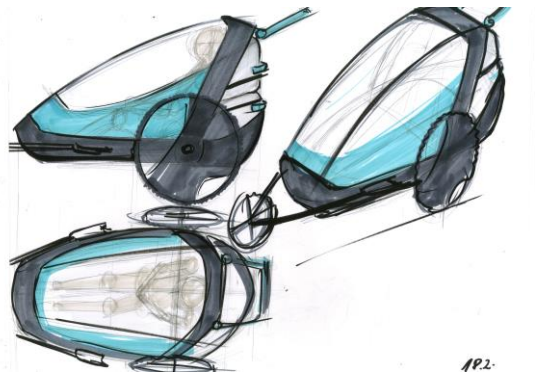
⁸https://www.thule.com/cs-cz/cz/bike-trailers/multisport-trailers/thule-chariot-cross_-10202001

Příloha 2

Skici

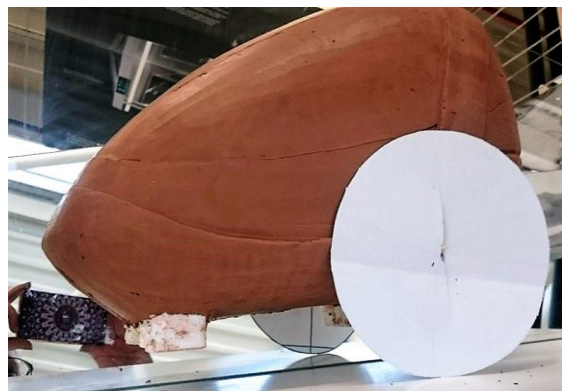
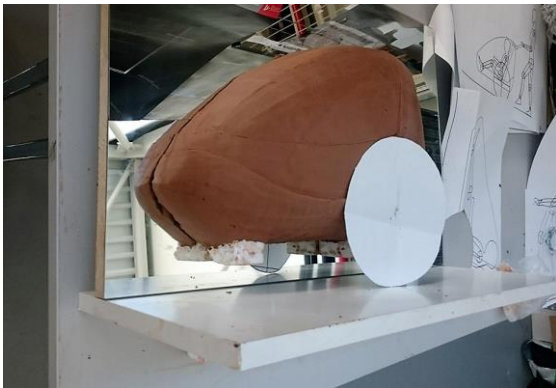






Příloha 3

Přípravné modely







Příloha 4

Prezentační model v měřítku 1:3



Příloha 5

Vizualizace

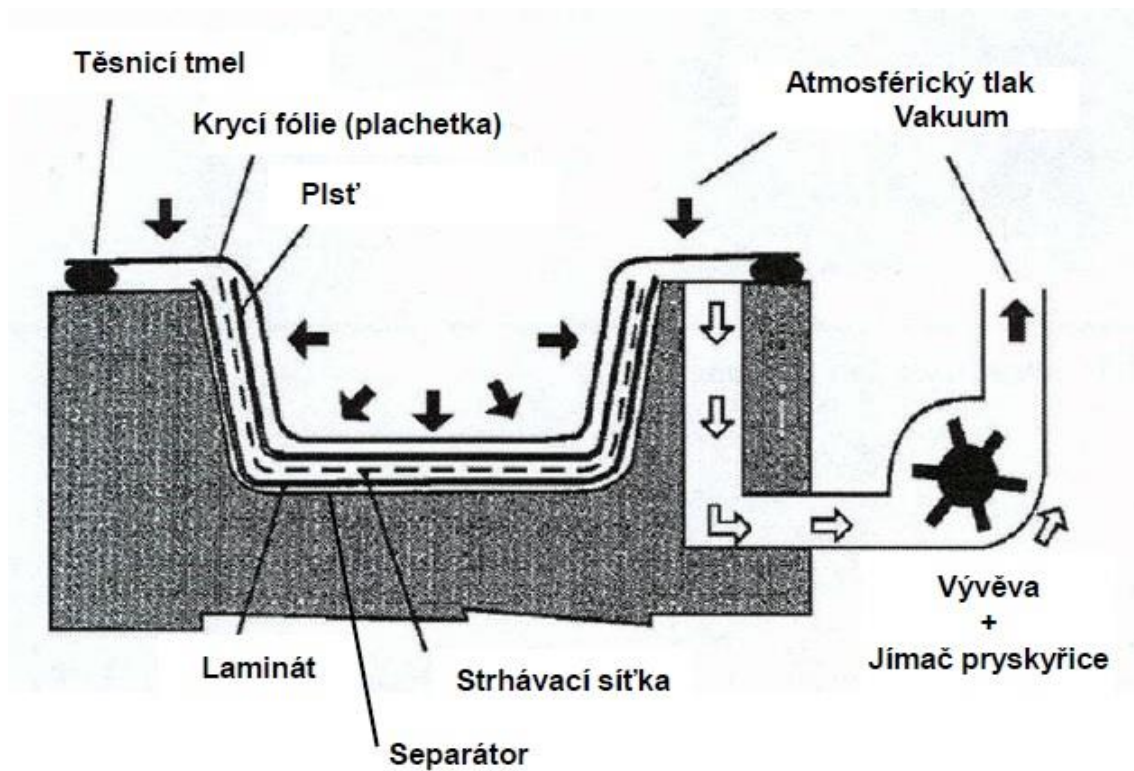






Příloha 6

Vakuování



1

1 ZEMČÍK, Robert. KME/DMK: Mechanika kompozitů pro design [online]. Plzeň, 2015 [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/34435969-Mechanika-kompozitu-pro-design.html>. ZČU.

Příloha 7

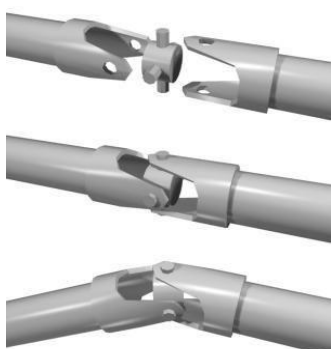
Kloubové spojení vozíku s cyklistickým kolem



1



2



3



4



5



6

¹ https://www.messingschlager.com/en/products/trailers_t113/ventura-trailer-hitch_a640070

² <http://www.instructables.com/id/Bike-Trailer-Hitch-2/>

³ [https://www.google.cz/search?q=pin+joint&rlz=1C1CHFX_enUS607US607&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=TxVRVOjjFtbg8AWjp4LADA&ved=0CAgQ_AUoAQ&biw=1920&bih=912&gws_rd=cr&dcr=0#facrc=_&gws_r](https://www.google.cz/search?q=pin+joint&rlz=1C1CHFX_enUS607US607&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=TxVRVOjjFtbg8AWjp4LADA&ved=0CAgQ_AUoAQ&biw=1920&bih=912&gws_rd=cr&dcr=0#facrc=_&gws_rd=cr&imgcr=bYIsOs2jzdBAyM)

⁴ <https://cz.pinterest.com/pin/439875088599815625/>

⁵ <https://www.mec.ca/en/product/5036-576/Lift-Trailer-Bicycle>

⁶ <https://www.mec.ca/en/product/5036-576/Lift-Trailer-Bicycle>