

Západočeská univerzita v Plzni

Ústav umění a designu

Bakalářská práce

**NÁVRH DĚTSKÉHO VOZÍKU
ZA KOLO**

Markéta Brávková

Plzeň 2012

Západočeská univerzita v Plzni

Ústav umění a designu

Oddělení designu

Studijní program Design

Studijní obor Design

Bakalářská práce

**NÁVRH DĚTSKÉHO VOZÍKU
ZA KOLO**

Markéta Brávková

Vedoucí práce: Ing. Vítězslav Adámek, Ph.D.

Katedra mechaniky

Fakulta aplikovaných věd

Západočeská univerzita v Plzni

Konzultant: MgA. Zdeněk Veverka

Oddělení výtvarného umění

Ústav umění a designu

Západočeská univerzita v Plzni

Plzeň 2012

Prohlášení

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

V Plzni dne 23. dubna 2012

Markéta Brávková

Poděkování

Především bych ráda poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Vítězslavu Adámkovi, Ph.D. za zodpovědný přístup, vynaložený čas, užitečné rady, nesmírnou ochotu a podporu a za pomoc při seznámení se s konečnoprvkovým systémem MSC.Marc/Mentat.

Velký dík dále patří panu MgA. Zdeňku Veverkovi za inspirativní podněty, přínosné konzultace a ochotu podělit se o cenné zkušenosti z praxe.

Dále bych ráda poděkovala panu Davidu Seifertovi z firmy Zwei plus zwei za poskytnutí důležitých podkladů k této práci.

Obsah

1	Úvod	1
2	Návrh cyklovozíku	2
2.1	Rešerše vozíků za kolo	2
2.1.1	Nabídka současného trhu	2
2.1.2	Porovnání způsobů přepravy dítěte na kole	6
2.1.3	Chariot CTS CX1	8
2.1.4	Legislativa	10
2.2	Vlastní návrh	11
2.2.1	Myšlenka	11
2.2.2	Vývoj designového návrhu	11
2.2.3	Skici a pracovní modely	12
2.2.4	Finální koncept	13
2.2.5	Barevné řešení exteriéru	18
3	Pevnostní výpočet součásti běžeckého setu	19
3.1	Řešení modelové úlohy	20
3.1.1	Popis úlohy	20
3.1.2	Analytické řešení	21
3.1.3	Popis numerického modelu	23
3.1.4	Porovnání výsledků	24
3.2	Analýza napjatosti ramene setu	26
3.2.1	Výpočet stávající součásti	26
3.2.2	Výpočet nově navržené součásti	28
4	Závěr	32
	Resume	III
	Přílohy	IV

1. Úvod

V dnešní době 21. století stále vzrůstá popularita aktivního trávení volného času, cykloturistiku nevyjímaje. Kola dnes nelze přehlédnout, jsou k vidění ve městech i v přírodě. Tento módní trend je způsoben jednak chutí zasportovat si, na druhou stranu také zvýšenou odpovědností k životnímu prostředí a k vlastnímu zdraví. Čím dál více rodin, jednotlivců a párů vyměnilo pasivní způsob trávení volného času za pobyt v přírodě. Kolo umocňuje pocit sounáležitosti s přírodou. Dovolená na kole je ideální kombinací zdravého pohybu, poznávání i trávení společného času s přáteli a rodinou. Na kole jsou všechny vjemy bezprostřednější než v motorovém vozidle a do celkového vnímání krajiny se zapojují intenzivněji všechny naše smysly. Cykloturistika nachází své příznivce v řadách zdatných sportovců, ale i vyložených "pohodářů", oslovuje muže i ženy, seniory i děti.

Tématem předložené bakalářské práce je designový návrh dětského vozíku za kolo. Čím dál více sportovně založených rodičů dává přednost závěsnému vozíku, který lze modifikovat dle konkrétního využití. Dětský vozík za kolo, jak již název napovídá, je primárně určen pro zavěšení za kolo při cyklovýletech. Lze ho ale také použít jako kočárek, při joggingu, in-line bruslení nebo zimních výletech na běžkách. Hlavním cílem práce je navrhnout v praxi použitelný návrh kvalitního, komfortního dětského cyklovozíku. Upoutat pozornost budoucích rodičů prostřednictvím moderního atraktivního designu a zvýšit tak zájem o aktivní trávení volného času s malými dětmi.

Práce je rozdělena do dvou hlavních kapitol. První kapitola je zaměřena na proces tvorby nového designového návrhu. Obsahuje rešerši současného stavu v oblasti dětských vozíků za kolo, porovnání cyklovozíku s dalšími možnostmi přepravy dítěte na kole a nastínění problému legislativy v České republice. Hlavní část první kapitoly obsahuje vlastní designový návrh, od výběru variant, přes skici až po tvorbu počítačového 3D modelu a finálních renderů pomocí nurbsového 3D modelovacího softwaru Rhinoceros 4.0.

Ve druhé hlavní kapitole je provedena analýza napjatosti stávající a nově navržené části konstrukce běžeckého setu Chariot CTS CX1 a jejich porovnání. Nejprve je řešena modelová úloha a poté je jejím prostřednictvím ověřena vhodnost postupu a metod použitých pro výpočet nově navržené části konstrukce. S využitím poznatků získaných při řešení této úlohy jsou vytvořeny příslušné výpočtové modely v prostředí konečnoprvkového systému MSC.Marc/Mentat. Poté je proveden pevnostní výpočet pro obě varianty a výsledky jsou vzájemně porovnány a analyzovány.

2. Návrh cyklovozíku

Dětské vozíky za kolo¹ jsou v posledních pěti letech čím dál populárnější. Jsou častěji k vidění jak ve městech, tak v přírodě. Většina vozíků je jednomístná, vyrábí se ale také dvoumístné varianty, umožňující vést dvě menší děti nebo jedno odrostlejší. Hmotnosti a rozměry vozíků se pohybují v závislosti na použitém materiálu konstrukce, množství doplňků a počtu míst k sezení.

2.1 Rešerše vozíků za kolo

V posledních letech hraje na trhu s vozíky za kolo velmi důležitou roli možnost jejich multifunkčního využití. Vozíky lze využít při cyklovýletech, běhu, in-line bruslení, běžkování a dalších aktivitách (viz Příloha 1). Dalším důležitým faktorem je snižování hmotnosti, které je vzhledem k využívání nových materiálů na "denním pořádku".

2.1.1 Nabídka současného trhu

Současný trh nabízí celou řadu různých cyklovozíků lišících se zejména v možnostech multifunkčního využití, hmotnosti, reflexními plochami, způsobem složení a rozložení vozíku. Ruku v ruce s tím však jde i cena, která se pohybuje od několika tisíců korun až po desítky tisíc u nejvyšších modelů vozíků. Je tedy už jen na zákazníkovi, čemu dá přednost.

Evropský trh

Německo - v Německu jsou dětské cyklovozíky velmi oblíbené. Hlavním zástupcem tamního trhu je firma Zwei plus zwei (viz Příloha 2), která vyrábí vozíky značky Croozer. Tyto cyklovozíky (viz Příloha 2) vznikly ve spolupráci s kanadským výrobcem Chariot Carriers a staly se tak jejich hlavními konkurenty, lépe řečeno levnější variantou cyklovozíků Chariot (viz Obr. 2.2). Vozíky se od sebe liší hlavně konstrukcí. Značka Croozer má hlavní část ocelové konstrukce vyráběnou vcelku, zatímco konstrukce u Chariot Carriers je rozdělena na jednotlivé duralové komponenty. Vozíky Croozer jsou tedy o něco těžší než vozíky značky Chariot. Další nevýhodou může být skutečnost, že rám je vyroben svařením jednotlivých částí. Při pokřivení rámu v důsledku nárazu je nutné měnit celý rám, což je finančně náročnější než vyměnit jeden duralový komponent u cyklovozíku Chariot. Poslední nevýhodou je způsob

¹Veškeré obrázky z této kapitoly a rovněž ve zmiňovaných obrazových přílohách byly převzaty z internetových stránek a propagačních materiálů výrobců.

Obrázek 2.1: *Cyklovozik Croozer*Obrázek 2.2: *Cyklovozik Chariot CTS CX1*

skládání a rozměry složeného vozíku. Vzhledem k větším částem konstrukce jsou vozíky značky Croozer ve složeném stavu objemnější než cyklovozíky Chariot.

Nizozemsko - Nizozemsko je plné kol, cyklostezek a cyklotras. Většinu obyvatel zde nepotkáte jinak než na kole. Jedním z výrobců cyklovozíků je firma Bakfiets, která se specializuje na výrobu jízdních kol doplněných o přepravní prostor pro děti,

psy nebo nákupy (viz Příloha 2). Cyklovozíky od firmy Bakfiets (viz Obr. 2.3) se velmi liší od těch, které jsou k vidění na našich cyklostezkách. Tato kola, vybavená korbou před cyklistou, váží kolem 46 kg, a proto se vesměs nehodí pro rodinné výlety do přírody, kde není rovinatá krajina jako v Nizozemsku.



Obrázek 2.3: Kolo Bakfiets

Česká republika - od roku 2003, kdy se přívěsné vozíky začaly ve větším množství do České republiky dovážet, se cyklovozíků prodalo přes 18000. Česká republika se tak stala třetím největším trhem v Evropě. Hlavním zástupcem zdejšího trhu je firma Azub. Za zmínku dále stojí malá brněnská firma BeneCYKL, která se specializuje na lehokola a na cyklovozíky pro handicapované děti.

Firma Azub nejdříve dodávala na český trh kola a další cyklistický sortiment, později se začala specializovat na lehokola. Od roku 2006 přibyly i vlastní vozíky Azub Tom a Azub Jerry (viz Příloha 3), obě varianty lze však modifikovat pouze na kočárkový set, nejsou tedy vhodné na běh nebo in-line bruslení.

Jak bylo uvedeno výše, firma BeneCYKL se specializuje na vozíky/kočárky "pro malé velké děti a jejich cykloturistiku milující rodiče"[1]. Vozíky se vyznačují většími rozměry a nízkou hmotností. V základní výbavě cyklovozík Kozlík váží pouhých 7,2 kg. Vozík za kolo Kozlík Baby (viz Příloha 3) byl oceněn jako nejlepší český výrobek v soutěži Bike Brno Prestige 2009.

Americký trh

Spojené státy americké - protipólem evropského trhu je trh severoamerický. Cyklovozíky jsou zde na vyšší úrovni jak z hlediska designového, tak i vzhledem k možnostem jejich multifunkčního využití. Zástupci pro americký trh jsou firmy Burley (viz Obr. 2.4) a InStep, viz Příloha 4. Cyklovozíky obou firem jsou na srovnatelné úrovni s evropskými vozíky značky Croozer. Liší se samořejmě konstrukcí, množstvím doplňků, ale patří do stejné cenové kategorie.



Obrázek 2.4: *Cyklovozik Burley*

Kanada - vedoucí postavení mezi výrobci vozíků za kolo má kanadská firma Chariot Carriers. Za cyklovozíky Chariot si zákazník poměrně připlatí, ale splňují nejvyšší bezpečnostní podmínky a zajišťují velmi vysoký komfort pro malého pasažera. Celá konstrukce je tvořena z jednotlivých duralových komponentů, vozíky vynikají snadným složením a rozložením. Veškeré součásti vyměnitelných setů lze umístit na vozík a vézt je pohodlně na vozíčku s sebou. Jedinou nevýhodou je poměrně malý zavazadlový prostor.

2.1.2 Porovnání způsobů přepravy dítěte na kole

Způsob přepravy dětí prodělal v posledních letech velmi rychlý vývoj, a proto si v dnešní době můžeme vybrat z různých moderních přepravních prostředků. V této části bakalářské práce je uvedeno několik možností přepravy dítěte na kole, jejich výhody a nevýhody.

Jednou z možností jsou cyklosedačky. Tyto sedačky se dělí na dva základní typy: přední (viz Obr. 2.5) a zadní (viz Obr. 2.6). Přední se obvykle umístí na přední rámovou trubku kola a dítě tak sedí před jezdce. Tato sedačka je poměrně malá a celkově nenabízí velkou oporu, často chybí opory pro nohy a hrozí, že by dítě mohlo strčit nohu do výpletu kola. Tento typ je především určen k přepravě menších dětí do hmotnosti 15 kilogramů. Dále je nutné počítat s tím, že kvůli pevnému připojení na rámovou trubku pocítí dítě všechny nerovnosti terénu podobně jako cyklista [2]. Oproti zadní cyklosedačce se kolo lépe ovládá, protože tato varianta nepřesunuje těžiště dozadu, avšak u obou variant umístění cyklosedačky je těžiště posazené vysoko, kolo je proto méně stabilní. V případě některých druhů kolizí může cyklista dítě lépe ochránit vlastním tělem. Na druhou stranu ale hrozí, že při podklouznutí kola padá nejen jezdec, ale i dítě z poměrně velké výšky. Při pádu se také může stát, že dospělý spadne přímo na dítě. Jednou z mála výhod je, že malého pasažéra máme stále na očích, musíme však dávat pozor, aby dítě nezasáhlo do řízení. Nebezpečí pro něj představuje také prach a hmyz, před kterým není vůbec chráněno.



Obrázek 2.5: Přední cyklosedačka

Zadní cyklosedačky se vyrábí ve dvojitých provedení. První varianta se připevňuje na nosič kola. Druhé provedení je samonosné (viz Obr. 2.6) a na rozdíl od prvního umožňuje odpružení. Samonosná cyklosedačka se obvykle připevňuje na sedlovou trubku, která je opatřena speciálním upínacím mechanismem. Zadní sedačky jsou

obecně větší než přední a nabízí tak dítěti větší komfort a poměrně dobrou oporu. Na trhu je k dostání i polohovací verze umožňující mírné naklopení sedačky do odpočívací polohy. I přesto však není zadní cyklosedačka pro spánek dítěte z ortopedického hlediska vhodná. Doporučují se tedy častější přestávky, aby dítě mohlo odpočívat v pohodlnější poloze [3].



Obrázek 2.6: Zadní cyklosedačka

Třetí možností přepravy malého dítěte na kole je již zmiňovaný cyklovozik. Přívěsný vozík za kolo sice váží několik kilogramů, ale vzhledem k tomu, že se připojuje ke středu zadního kola, téměř nenarušuje stabilitu cyklisty. Ten si ovšem musí uvědomit, že jeho kolo je výrazně delší a širší. Vzhledem k váze vozíku je také nutné při sjezdu více brzdit. Těžiště vozíku je nízko, a proto je souprava kolo - cyklovozik stabilnější a při podklouznutí kola se vozík nepřevrhne. Velkou výhodou je skutečnost, že při zastávce během jízdy není dítě nutné z vozíčku vyndávat. Dítě může pohodlně odpočívat, spát jak za jízdy, tak i pokud je vozík v klidu. Z pediatrického hlediska je vozík pro dítě nejlepší volbou. Vozíky jsou vhodné pro přepravu dětí od několika měsíců do šesti let. Cyklisté také velmi ocení, že kromě dítěte vozík uveze i další potřebné věci, které by jinak museli vézt oni sami v batohu na zádech nebo v brašnách na kole.

Vedle vyšší ceny je nutné mezi nedostatky uvést skutečnost, že dítě může hůře komunikovat s rodiči. Rodiče nad ním nemají takový dohled, jako když sedí před nimi na cyklosedačce. Na druhou stranu má však z cyklovozíku dobrý výhled a uvnitř dostatek místa na hračky. Další nevýhodou je umístění vozíku za kolem, takže prach z cesty letí přímo na dítě. Cyklovozik proto kryje síťovina, která částečně chrání dítě před hmyzem a drobnými kamínky, zaručí také dobré větrání v horkých dnech. Na prašné úseky nebo při dešti se používá překrytí slídou, větrání je pak zajištěno

otvory na bocích vozíku nebo na zadní straně.

Vozík by měl být označen vlaječkou, aby byl dobře viditelný pro řidiče dopravních prostředků. Psychologie řidičům navíc brání předjíždět vozíky v úzkých a nepřehledných místech. Při míjení nechávají větší odstup než u samostatně jedoucího kola se sedačkou. Přesto je vhodnější jezdit spíše po méně rušných cestách.

Na závěr lze shrnout několik bodů, které je vhodné vzít v úvahu při výběru cyklosedačky nebo dětského vozíku za kolo. V cyklosedačce by v žádném případě nemělo sedět dítě mladší 18 měsíců, protože jeho páteř ještě není připravena na otřesy, kterým je přes všechna odpružení při jízdě vystavena [4]. Dalším problémem je cyklistická helma, kterou lze jen velmi těžko sehnat pro tak malé děti. Bez ní však v cyklosedačce nesmí vůbec sedět. Jedinou více méně bezpečnou možností přepravy je pro malého pasažéra cyklovozik. Další věc, kterou je nutné zvážit, je počet přepravovaných dětí. Na kolo je možné namontovat až dvě cyklosedačky, ale je to poměrně nebezpečné. Výhodou vozíku je samozřejmě také jejich dvojmístné provedení. Jedním z nejdůležitějších parametrů, které při výběru zvažujeme, je cena. Ta hovoří jednoznačně pro sedačky. Posledním hlediskem je četnost použití. Pokud se na kolo s dětmi vyrazí jednou, dvakrát do roka, tak se samozřejmě kupovat vozík nevyplatí. Naopak těm, kteří na kole jezdí častěji, se vozík vřele doporučuje.

2.1.3 Chariot CTS CX1

Z výše uvedené rešerše současného stavu cyklovoziků vyplývá, že vedoucí postavení na trhu má firma Chariot Carriers. Její model Chariot CTS CX1 (viz Obr. 2.2) představuje nejvyšší třídu ve vývoji a inovaci dětských vozíků. V následující části práce bude popsána konstrukce, technické parametry a použité materiály tohoto modelu. Tento vozík bude dále sloužit jako hlavní zdroj inspirace při navrhování nového cyklovozíku.

Chariot CX1 je jednomístný vozík s nosností 34 kg. Je určen pro přepravu dětí od narození až do 110 cm výšky. Základem vozíku je lehká duralová konstrukce odvozená od modelu Cougar (o třídu nižší model řady X-Country) se saténově anodizovaným povrchem [5], která umožňuje snadné složení a rozložení vozíku. Váha vozíku, včetně madla, je 13,5 kg. Základní výbava obsahuje dvoukolový základ, nožní parkovací brzdu, odrazky vpředu a vzadu na vozíku a ve výpletech kol. Vrchní potah vozíku se skládá ze slídového okénka na zip a moskytiéry, které chrání před nepřízní počasí a hmyzem. Po bocích jsou větrací otvory, které pomáhají regulovat klima v prostoru pro malé pasažéry a jsou také uzavíratelné pomocí slídy opatřené zipem. Součástí potahu vozíku je odnímatelná sluneční clona a pláštěnka. Potahové látky jsou vyrobené z Öko-Texu² a Energlo®, které zajišťují dobrou viditelnost ve tmě či šeru. Dále jsou obrysy vozíku opatřeny 3MTM ScotchliteTM Reflexními pásky pro

²Textilie označené značkou Öko-Tex prošly mezinárodním testovacím a certifikačním systémem pro textilie. Jsou vyráběné pouze ze zdravotně nezávadných materiálů určených speciálně pro malé děti.

pohyb v noci a za snížené viditelnosti.

Technická specifikace sportovního vozíku Chariot CTS CX1 [6]:

- šířka sedadla - 40 cm,
- výška sedadla - 65 cm,
- hloubka opěradel na nohy - 50 cm,
- celkové rozměry (DxŠxV) - 122x70x110 cm,
- rozměry ve složeném stavu (DxŠxV) - 107x61x28 cm,
- výška držadla, nejnižší/nejvyšší poloha - 97 cm/110 cm,
- hmotnost - 13,5 kg,
- nosnost - 34 kg,
- počet sedadel - jednomístné,
- doporučený věk dítěte - 0 (s vložkou pro novorozence) – 5 let.

Vozík je vybaven patentovaným Chariot Adjustable Suspension (CAS) listovým odpružením s nastavitelnou tuhostí. Odpružení lze snadno nastavit podle aktuální váhy dítěte a váhy dalšího nákladu. Úroveň odpružení se nastavuje pro každé kolo zvlášť, což je výhodné zejména u dvojmístné verze, kde vedle sebe sedí dvě děti s rozdílnou váhou. Bubnové brzdy zadních kol zajišťují bezpečnou jízdu při in-line bruslení. Změnu cyklovozíku na kočárek nebo na jeho další modifikace zajišťují multifunkční VersaWing držáky. Pomocí zacvaknutí jednotlivých částí se upevní všechny CTS sety³ (viz Příloha 1). Systému Click'n'Store je určen pro jednoduché složení a rozložení. Celá montáž i demontáž vozíku probíhá bez použití nářadí, což je jednou z velkých výhod oproti jiným vozíkům. Nic se nešroubuje a na nic není potřeba mít speciální klíč. Obě zadní 20“ kola se nasazují bajonetovým systémem, kdy stačí pro nasazení kola zmáčknout tlačítko na náboji. Podobně je demontovatelné i zadní pětipolohové madlo.

Pro bezpečnost dítěte je zde použit pětibodový bezpečnostní pás. Vysoký komfort zajišťuje měkké polstrování, komfortní opěrka sedáku a odnímatelná vypratelná podložka pod dítětem. Pětibodové pásy jsou plně nastavitelné podle velikosti dítěte. V oblasti hlavy dítěte je vnitřní konstrukce posedu uzpůsobená tomu, aby dítě mohlo pohodlně cestovat i s helmou na hlavě. Přestože CX1 patří k užším vozíkům, nepůsobí vnitřní prostor stísněným dojmem. Dítě má dostatek místa a dobrý přehled směrem dopředu i do stran.

³CTS sety - využití: běžecké lyžování, cyklistika, jogging, in-line bruslení, trekking, kočárek, Nordic Walking.

2.1.4 Legislativa

Dosud platná právní úprava provozu na pozemních komunikacích neumožňuje přepravu osob, tj. ani dětí, v přívěsném vozíku za kolo. Obecně je přeprava osob upravena v § 48 zákona č. 361/2000 Sb. [7], o provozu na pozemních komunikacích. V odstavci 5 tohoto ustanovení je uvedeno, že přeprava osob v jiném přípojném vozidle, než které je určeno pro přepravu osob, je zakázána (viz Příloha 5).

Dne 22.8. 2011 předložila dvojice poslanců Václav Klempírek a Jana Kaslová nový návrh zákona č. 361/2000 Sb. (viz Příloha 6). Novela, uzákoňující dětské přívěsy, prošla 26. 10. 2011 prvním čtením v Poslanecké sněmovně Parlamentu ČR, rovněž také obecnou rozpravou 31. 1. 2012 ve druhém čtení. Návrh zákona prošel i posledním čtením a nyní se čeká na schválení Senátu Parlamentu ČR, poté ještě bude čekat na podpis prezidenta.

Legalizace přívěsných vozíků je součástí většího komplexu legislativních změn, které se inspirují zahraničními zkušenostmi v rámci mezinárodního projektu Central MeetBike⁴. Zastánci cyklovozíků věří, že přeprava dětí v přívěsných vozících bude v nejbližší době plně legalizována a oni se tak nebudou muset obávat případných postihů.

⁴Projekt Central MeetBike je základním podkladem pro aktualizaci Národní strategie rozvoje cyklistické dopravy České republiky. Snahou projektu je podpořit cyklistickou, pěší a veřejnou dopravu.

2.2 Vlastní návrh

2.2.1 Myšlenka

Prvním důležitým cílem při návrhování nového exteriéru cyklovozíku bylo důkladné zmapování současného vývoje vozíků za kolo jak u nás, tak i ve světě, získání poznatků o současných trendech, tvarové inspirace, podrobnějšího náhledu na nová technická řešení a moderní využití nových technologií. Spektrum designových řešení v oblasti cyklovozíků není příliš široké. Samozřejmostí je snaha výrobců lišit se od konkurence na trhu, přijít s inovativním řešením, ale rozdíly přesto nejsou velké.

Při zmapování současného stavu byl nejprve zhodnocen celkový dojem z jednotlivých vozíků za kolo a jejich možnosti multifunkčního využití. Poté se pozornost přesunula ke konstrukčnímu a bezpečnostnímu řešení. Jako poslední se řešily detaily kol, madla a dalších komponent.

Jednotlivé typy byly vzájemně porovnány a byla zhodnocena pozitiva a negativa vybraných řešení. Hlavním záměrem postupného vyhodnocování bylo určit, jakým směrem by se měl nový designový návrh ubírat. Ve vývojovém designovém procesu nebyla opomíjena ani možnost aplikace zajímavých inovativních řešení z prostředí cyklistických kol nebo kočárků. Inspiraci bylo možné hledat také u aerodynamických tvarů odvozených od tvaru letící kapky [8].

2.2.2 Vývoj designového návrhu

Před realizací návrhů bylo důležité si nejprve stanovit jednotlivé cíle a požadavky, které by měl výsledný designový koncept splňovat. Dále velmi významnou roli hraje ergonomie. V případě návrhu produktů, kdy se navrhovaný objekt vyskytuje v permanentním kontaktu s lidmi, je nutné klást velký důraz na ergonomii. Konstrukce, rozměry, použité materiály, bezpečnostní a informační prvky mohou zásadně ovlivnit přepravovaného pasažéra i účastníky provozu. Z předchozí kapitoly vyplývá, že hlavní inspirace vychází z vozíku Chariot CTS CX1 (viz Obr. 2.2). Odvíjí se od něj základní proporce a hlavní konstrukce vozíku. S těmito charakteristikami jsou pevně svázána důležitá ergonomická kritéria, která byla přejata ze stávajícího typu zvoleného cyklovozíku. Další požadavky, které bylo nezbytné vzít v úvahu, byly sepsány při konzultacích s panem Davidem Seifertem, zástupcem distribuční sítě Zwei plus zwei. Uvažované byly mimo jiné i tyto požadavky:

- složení vozíku pro snadnou přepravu a uskladnění,
- dobré odvětrání,
- velký zavazadlový prostor oddělený od prostoru pro malého pasažéra,
- dobré aerodynamické vlastnosti,
- minimalizace váhy cyklovozíku,

- maximální šířka je 850 mm u dvoumístného provedení (omezené vyhláškou § 48 zákona č. 361/2000 Sb.),
- označení bočních obrysů vozíku červenými odrazkami netrojúhelníkového tvaru,
- opatření cyklovozíku žlutým nebo oranžovým praporkem nebo štítkem o rozměru 300 mm x 300 mm vztyčeným ve výšce 1200 - 1600 mm nad úrovní vozovky [7],
- zajištění bezpečnosti dítěte, využití nastavitelných pětibodových bezpečnostních pásů,
- sedák korespondující s vývojem dítěte, možnost využití různých vložek pro miminka,
- použití materiálů vhodných pro děti.

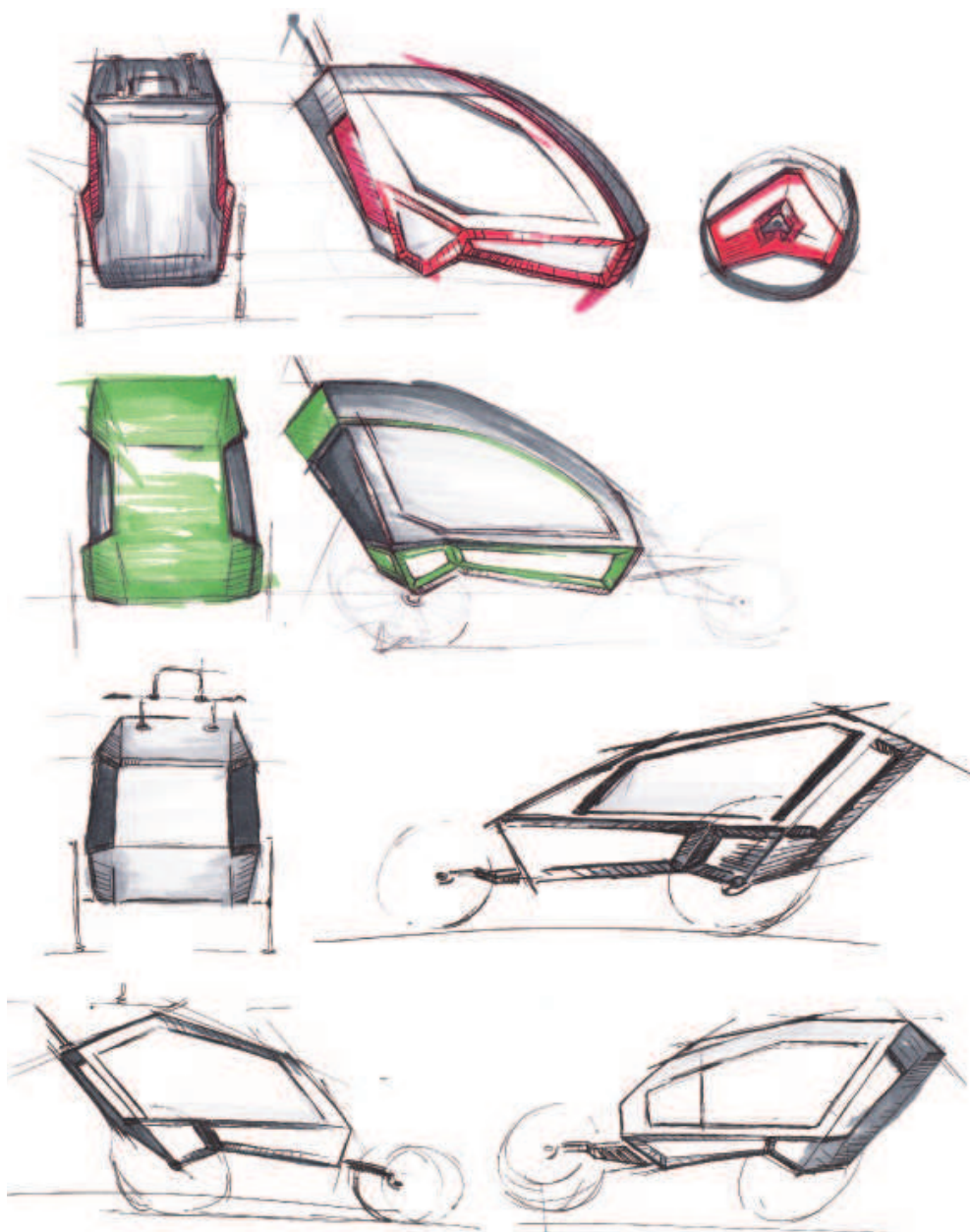
Z ergonomického hlediska je rovněž velmi důležité hodnotit i psychologické působení tvarů a barev jak na majitele cyklovozíku, tak i na ostatní účastníky provozu. Cyklovozík by neměl šokovat, avšak by rovněž neměl splývat s okolím. Nový designový návrh by měl co nejvíce vyhovovat výše uvedeným požadavkům.

2.2.3 Skici a pracovní modely

Na začátku této práce byl stanoven cíl navrhnout funkční design výrobku bez zbytečných extravagantních výstřelků. Navzdory tomuto faktu lze nalézt v prvotních skicích (viz Obr. 2.7) i ve výsledném konceptu (viz Obr. 2.8) volný průběh tvůrčí fantazie a odvalu zabývat se netradičním zpracováním cyklovozíku.

První fáze vývoje designového návrhu spočívala v selekci poměrně velkého množství pracovních kresebných skic. Následným zpracováním a vyhodnocením se jasněji utvářel hlavní záměr navrhovaného produktu. Postupným odklonem od organických tvarů i osobních preferencí k čistým jednoduchým liniím nakonec zvítězily geometrické prvky. Samotná podstata přívěsného vozíku jako "dopravního prostředku" pro malé pasažéry lépe koresponduje s přímými liniemi technického charakteru než s rozvlátnými křivkami. Nicméně je nutné si dále uvědomit, že hlavní funkcí cyklovozíku je přeprava dětí, a tak by výsledný koncept neměl působit příliš agresivně, avšak vzhledem k výskytu na silnicích by měl budit alespoň malý respekt. Měl by také navodit malému pasažérovi pocit bezpečí, vzbudit v něm důvěru a působit na něj příjemně.

V průběhu druhé fáze, na základě podrobnějšího zpracování několika kresebných variant, byly vypracovány také tři 3D modely v modelovacím softwaru Rhinoceros 4.0. Tento program poskytuje možnost vymodelovat poměrně rychle množství variant, konceptů, lišících se v detailech. Počítačové prostředí rovněž umožňuje snadno koncepty porovnávat, kombinovat jednotlivé části a modifikovat návrhy a tím pádem velmi usnadňuje proces vývoje designového návrhu.



Obrázek 2.7: Průběžné skici - hledání tvaru

2.2.4 Finální koncept

Na základě odborných konzultací vznikla poměrně přesná podoba konceptu, která byla následně finálně namodelována v uvedeném softwaru. Dominantním prvkem celého návrhu je použití čtyřúhelníkového tvaru na boku vozíku (viz Obr. 2.8), který slouží jako kryt pro uchycení cyklistického nebo běžeckého setu. Tento prvek



Obrázek 2.8: Návrh exteriéru cyklovozíku - pohled na přední část

se následně opakuje i v přední části vozíku a je rovněž k vidění na zavazadlovém prostoru i u každého z kol (viz Obr. 2.9). Využitím lomených linií v kombinaci se čtyřhrannými plochami dodává cyklovozíku agresivnější vzhled.

Proces modelování začal vytvořením křivek, které definují velikost a tvar ploch. Druhým krokem bylo namodelování ploch a plynulých přechodů mezi nimi. Tento proces byl velmi zdlouhavý, vzhledem k tomu, že snahou bylo dosáhnout kvalitní výsledné plochy bez ostrých hran.

Po finálním domodelování detailů byl model importován do prostředí softwaru KeyShot, ve kterém se nastavují materiály. U každého materiálu je nezbytné nastavit příslušné hodnoty, aby se virtuální model co nejvíce blížil realitě. Je zde možné vytvořit také vlastní materiál nastavením několika vlastností, mezi něž patří textury, reflexe, barva nebo případně emisivní vrstva, díky které může být volený objekt zdrojem světla. Po přiřazení příslušných materiálů všem plochám modelu se zvolila renderovací scéna. Opět bylo nutné nastavit další parametry jako je rozlišení, zaostření kamery, měkkost světla, intenzita barvy pozadí, či případně zkreslená perspektiva. Následně bylo spuštěno renderování, jehož výstupem byl obrázek v požadovaném rozlišení (viz Příloha 7). Případné nedostatky lze upravit v grafickém editoru a dosáhnout tak lepšího kontrastu a jasu barev.



Obrázek 2.9: Návrh exteriéru cyklovozíku - pohled na zadní část

Skutečný model byl vytvořen v měřítku 1:3 z dílů z polyuretanové pěny připravených na frézce, která obrábí na základě dat z počítače. Vzhledem k délce vřetena bylo nutné model rozdělit na části o maximální výšce 4 cm, nefrézuje se tedy z jednoho bloku celý model, ale pouze díly, které vytvoří jakousi skořápku. Po vyhotovení těchto polotovarů (viz Příloha 8) byl odstraněn přebytečný materiál. Takto připravené díly se slepily dvousložkovým epoxidovým lepidlem. Dalším krokem bylo zahlázení nerovností po frézování, vyspárování stěrkovým tmelem a následné několikvrstvé tmelení celého modelu akrylátovým tmelem ve spreji. Tmel se musel nechat zatvrdnout, a poté bylo nutné plochy brousit postupně jemnějším a jemnějším smirkovým papírem, aby při aplikaci laku nebyly vidět žádné nerovnosti povrchu. Nejprve se nanášel základový lak v několika tenkých vrstvách, aby se netvořily kapičky. Po zaschnutí bylo nutné model oblepit papírovou lepicí páskou a nastříkat ostatní plochy zvolenou barvou. V posledním kroku se slepily všechny díly, tj. kola, madlo a cyklovozík, dohromady a doladily se detaily.

Popis částí exteriéru:

Čelo cyklovozíku

Spodní kryt čela vozíku je vyroben z odolného plastu, který v těchto místech nahrazuje duralovou konstrukci. Měl by odolat případnému poškození vlivem nečekaného odpojení setu a následným kontaktem se zemí. Vstupní část do vozíku je ohraničena spodním pevným krytem a bočními výztuhami, její hlavní část tvoří moskytiéra a nad ní se nachází průhledná slída, která chrání před nepříznivým počasím (viz Obr. 2.8).

Boky

Boční část vozíku je tvořena lichoběžníkovými výstupky (viz Obr. 2.8), pod kterými se upínají variační sety. Tyto plastové komponenty nahrazují duralovou konstrukci ve spodní hraně vozíku. Další funkcí, kterou plní, je ochrana při nárazu z boku, kdy se nejdříve bude deformovat výstupek a až poté dojde ke kontaktu s potahovou látkou. Velkou část zde také tvoří okno, které umožňuje malému pasažérovi výhled ven a zajišťuje větrání. Je kryto moskytiérou a slídou, kterou lze vyrolovat směrem nahoru. Poměrně složité členění z bočního pohledu je opticky spojeno s odnímatelným zavazadlovým prostorem, který bezprostředně navazuje na boční část vozíku, použitím tmavšího odstínu šedé.

Úložný prostor

Poměrně častá výtka, která zazněla u vozíku Chariot CTS CX1, byl malý zavazadlový prostor. U tohoto konceptu došlo k rozšíření zadní části vozíku, což umožnilo navrhnout větší prostor pro přepravu zavazadel. Zavazadelník je rozdělen na tři části (viz Obr. 2.9). První příhrádka se otevírá z vrchu a je určena na malé předměty, jako jsou klíče, peněženka, mobilní telefon a jiné. Druhá kapsa je na objemnější předměty, např. pro příruční tašku pro miminko. V poslední části lze uskladnit běžecký nebo kočárkový set. Všechny kapsy jsou opatřené zipem. Zadní úložný prostor je celý odnímatelný. Na cyklovozíku se nachází ještě jeden malý prostor na drobnosti, který je také umístěn na vrchní části vozíku, ale není součástí hlavního zavazadelníku (viz Obr. 2.11).

Výstražné prvky

Při navrhování vozíku byl také velký důraz kladen na bezpečnost malého pasažéra, a proto se na konceptu v hojně míře vyskytují odrazky, foto-luminiscenční tkaniny pro dobrou viditelnost ve tmě a reflexní pruhy. Dalším bezpečnostním opatřením je praporek. Největší výskyt těchto výstražných prvků je v zadní části cyklovozíku, kde jsou reflexními pruhy označena nejširší místa vozíku (viz Obr. 2.9).

Kola

Dalším dynamickým prvkem, který dodává vozíku agresivnější vzhled, je navržený design kol (viz Obr. 2.10). Opět je možné si povšimnout lichoběžníkových tvarů, které se opakují na celém konceptu vozíku. Dále jsou na kolech umístěny odrazky v reflexních barvách dle barevné varianty cyklovozíku.

Polohovatelné madlo

Pětipolohové nastavitelné madlo je navrženo tak, aby co nejlépe vyhovovalo ergonomii úchopu (viz Obr. 2.11). Zaoblený čtyřúhelníkový profil je tažen po vodičích křivkách. Úchopové oblasti jsou potaženy neoprenem pro lepší držení. Madlo je možné složit do základní polohy na střechu vozíku.



Obrázek 2.10: *Detail návrhu kola*



Obrázek 2.11: *Detail návrhu madla*

2.2.5 Barevné řešení exteriéru

Na celkovém estetickém dojmu navrhovaného objektu se významně podílí nejen jeho tvar, ale i zvolená barva. Všechny barvy vzbuzují v člověku určité dojmy a pocity, proto s nimi nelze zacházet jen tak bez rozmyslu, je tedy velmi důležité se nad použitím barev důkladně zamyslet.

Optické dělení exteriéru vychází ze zvolených materiálů jednotlivých ploch. Spíše než k optickému dělení došlo k barevnému sloučení poměrně členitého bočního dílu. Pro plastové díly byla zvolena výraznější barva. Tento barevný akcent plní hlavně bezpečnostní funkci a zvýrazňuje důležité hraniční části cyklovozíku. Další barevné členění je jednoduché. Pro textilie byly vybrány odstíny šedé, a to vzhledem k použití kontrastní barvy na plastových dílech. Na drobné detaily, jako jsou patky, zátky pro zakončení ramen nebo spojovací materiál na madlu, byla zvolena černá barva (viz Obr. 2.12).



Obrázek 2.12: Barevné řešení exteriéru cyklovozíku

3. Pevnostní výpočet součásti běžeckého setu

Běžecký set vozíku Chariot CTS CX1 umožňuje modifikovat dětský cyklovozik na vozík vhodný pro běhání nebo in-line bruslení (viz Obr. 3.1). Přední kolo je umístěno na dvou symetrických ramenech z tenkostěnných profilů, která jsou pomocí patentovaného systému VersaWing¹ napojena na hlavní konstrukci cyklovozíku. Tento systém umožňuje jednoduchou demontáž setu, který poté může být přepravován jen jako spoluzavazadlo. Ramena se umístí na boky přívěsu a kolo se připevní pásky se suchými zipy na zavazadlový prostor.

Cílem této kapitoly je pomocí numerické simulace provedené v konečnoprvkovém systému MSC.Marc analyzovat napjatost vyvolanou v ramenu běžeckého setu při působení předepsaného statického zatížení. Dále pak provést porovnání výsledků odpovídajících stávající a nově navržené konstrukci. Za tímto účelem bude nejprve řešena modelová úloha, jejíž výsledky poslouží k výběru vhodného typu a velikosti prvků pro následnou numerickou simulaci skutečné a nově navržené součásti.



Obrázek 3.1: Běžecký set cyklovozíku Chariot CTS CX1

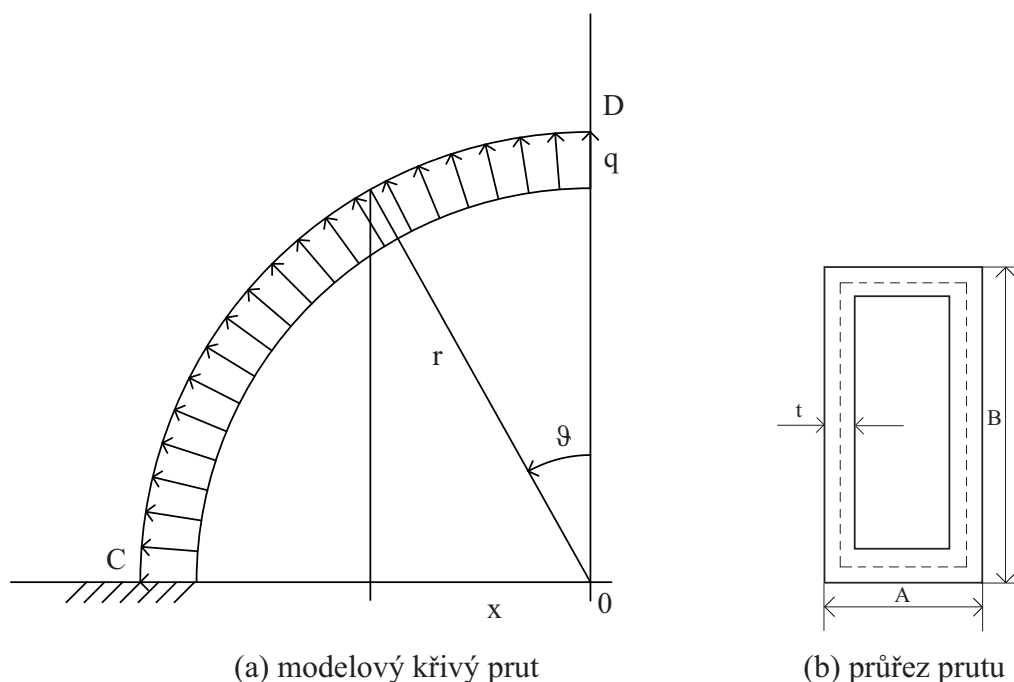
¹Systém VersaWing 2.0 umožňuje velmi rychlou instalaci cyklistického, kočárkového a běžeckého setu (viz Obr. 2.2).

3.1 Řešení modelové úlohy

3.1.1 Popis úlohy

Geometrie modelové úlohy je znázorněna na Obr. 3.2. Jedná se o křivý tenkostěnný prut obdélníkového průřezu o vnějších rozměrech $A = 20$ mm, $B = 10$ mm a tloušťce stěny $t = 2$ mm (viz Obr. 3.2 (b)). Poloměr křivého prutu byl volen s ohledem na rozměry ramen běžeckého setu $r = 200$ mm. Tento prut je vetknutý v bodě C a zatížený spojitým zatížením $q = 5000$ N/m po celé své délce (viz Obr. 3.2 (a)). Materiálové vlastnosti prutu byly charakterizovány Poissonovým číslem $\nu = 0,3$ a modulem pružnosti v tahu $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Pa.

Modelová úloha bude nejdříve řešena analyticky a poté numericky, konkrétně bude vyšetřena svislá složka posuvu v libovolném bodě prutu. Závěry vyplývající z porovnání získaných výsledků budou využity při tvorbě výpočtových modelů stávající a nově navržené konstrukce.



Obrázek 3.2: Schéma modelové úlohy

3.1.2 Analytické řešení

V odborné literatuře lze nalézt řadu metod, kterými je možno analyticky řešit výše popsanou úlohu [9]. Pro potřeby této práce byla vybrána metoda založená na Castiglianově principu [10]. Podle uvedeného principu lze vertikální složku posuvu u_i vobecném řezu prutu vyjádřit jako

$$u_i = \frac{\partial U}{\partial f_i}, \quad (3.1)$$

kde U představuje celkovou potenciální energii křivého prutu a f_i je síla působící v tomto řezu ve svislém směru. Hodnotu celkové potenciální energie U obecného křivého prutu lze určit na základě znalosti vnitřních statických účinků, tj. ohybového momentu M_o , normálové síly N a posouvající síly T , pomocí vztahu [10]

$$U = \frac{1}{2} \left(\int_{(l)} \frac{M_o^2(s) ds}{E(s)J(s)} + \int_{(l)} \frac{N^2(s) ds}{E(s)A(s)} + \beta \int_{(l)} \frac{T^2(s) ds}{G(s)A(s)} - 2 \int_{(l)} \frac{M_o(s)N(s) ds}{r(s)E(s)A(s)} \right), \quad (3.2)$$

kde E je modul pružnosti v tahu, G představuje modul pružnosti ve smyku, r označuje poloměr prutu a β je koeficient vyjadřující vliv nerovnoměrného rozložení smykového napětí po výšce průřezu. Symboly A a J postupně reprezentují obsah průřezu a kvadratický moment průřezu k jeho hlavní centrální ose setrvačnosti. Pro tyto veličiny platí po úpravě vztahy [11]

$$A = 2t(A + B - 2t) \quad \text{a} \quad J = \frac{1}{12} (AB^3 - (A - 2t)(B - 2t)^3).$$

V případě tenkých křivých prutů je možné vliv N a T zanedbat, takže se vztah (3.2) významně zjednoduší. V této práci však budou uvažovány všechny účinky a bude provedena analýza jejich vlivu.

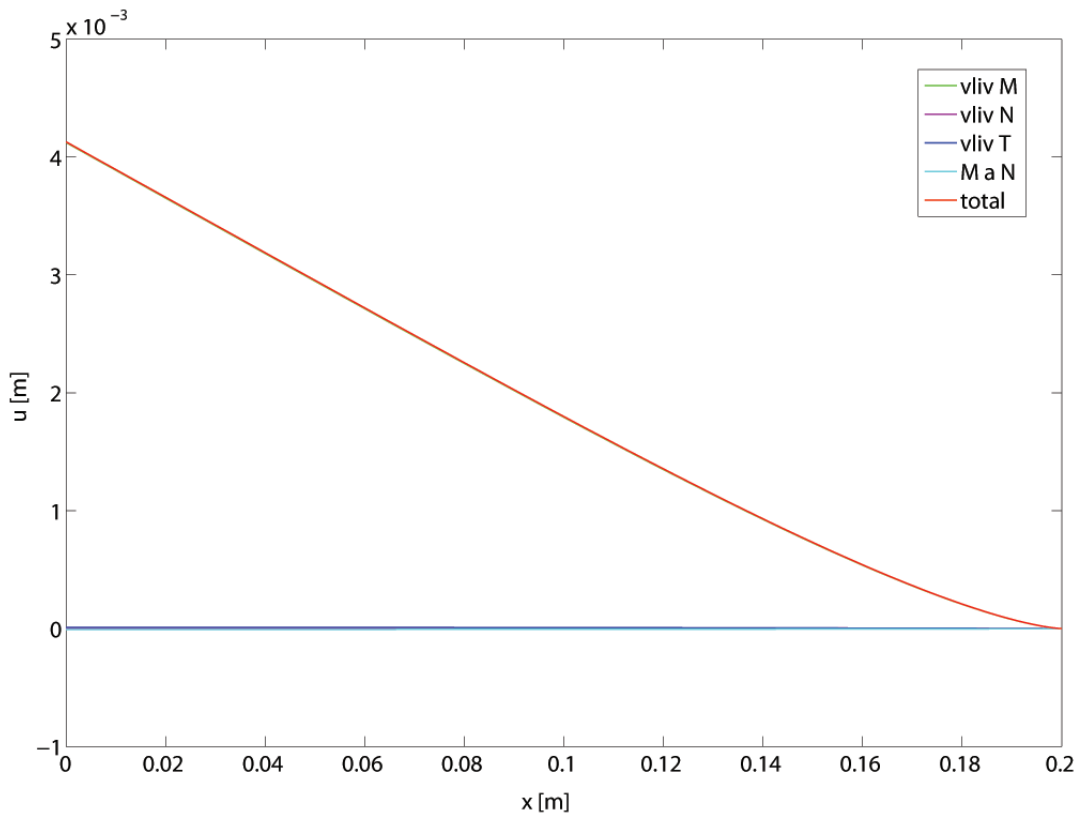
Po dosazení (3.2) do (3.1) a s uvážením vztahů pro M_o , T a N odvozených v [10], lze funkci vertikálního posuvu $u(\vartheta)$ v libovolném řezu prutu vyjádřit jako [10]

$$\begin{aligned} u(\vartheta) = & \frac{2qr^4}{EJ} \int_{\vartheta}^{\frac{\pi}{2}} (\sin \vartheta - \sin \psi) \sin^2 \frac{\psi}{2} d\psi - \frac{2qr^2}{EA} \int_{\vartheta}^{\frac{\pi}{2}} \sin \psi \sin^2 \frac{\psi}{2} d\psi - \\ & - \frac{2qr^2\beta}{GA} \int_{\vartheta}^{\frac{\pi}{2}} \sin \frac{\vartheta}{2} \cos \frac{\psi}{2} \cos \psi d\psi + \frac{2qr^2}{EA} \int_{\vartheta}^{\frac{\pi}{2}} (2 \sin \psi - \sin \vartheta) \sin^2 \frac{\psi}{2} d\psi, \end{aligned}$$

což po integraci vede na

$$u(\vartheta) = \frac{qr^4}{4EJ} \{3 + 2 \sin \vartheta [\pi - 2(1 + \vartheta)] - 4 \cos \vartheta - \cos 2\vartheta\} + \\ + \frac{qr^2}{4EA} (1 - 4 \cos \vartheta + \cos 2\vartheta) - \frac{qr^2\beta}{4GA} (1 + \cos 2\vartheta) - \\ - \frac{qr^2}{2EA} \{2 + \sin \vartheta [\pi - 2(1 + \vartheta)] - 4 \cos \vartheta\}.$$

Po dosažení výše uvedených hodnot a koeficientu $\beta = 0,833$, který odpovídá plnému obdélníkovému průřezu [9], získáme funkci popisující průhybovou čáru křivého prutu. Graf závislosti vertikálního posuvu u na souřadnici x (viz Obr. 3.2 (a)) je znázorněn na Obr. 3.3. Na obrázku jsou dále vykresleny průhybové čáry odpovídající uvažování vlivu jednotlivých účinků, tj. jednotlivým členům ve vztahu (3.2). Analýza výsledků ukázala, že vliv ohybového momentu M_o je dominantní (křivky "vliv M" a "total" téměř splývají), zatímco vliv N a T je v podstatě zanedbatelný. Na základě toho lze i říci, že chyba, způsobená použitím koeficientu β pro plný obdélníkový průřez, je zanedbatelná. Z křivky popisující výsledný tvar průhybové čáry lze stanovit maximální hodnotu průhybu v bodě D (tj. pro $x = 0$), a to $u_D \doteq 4,13$ mm.



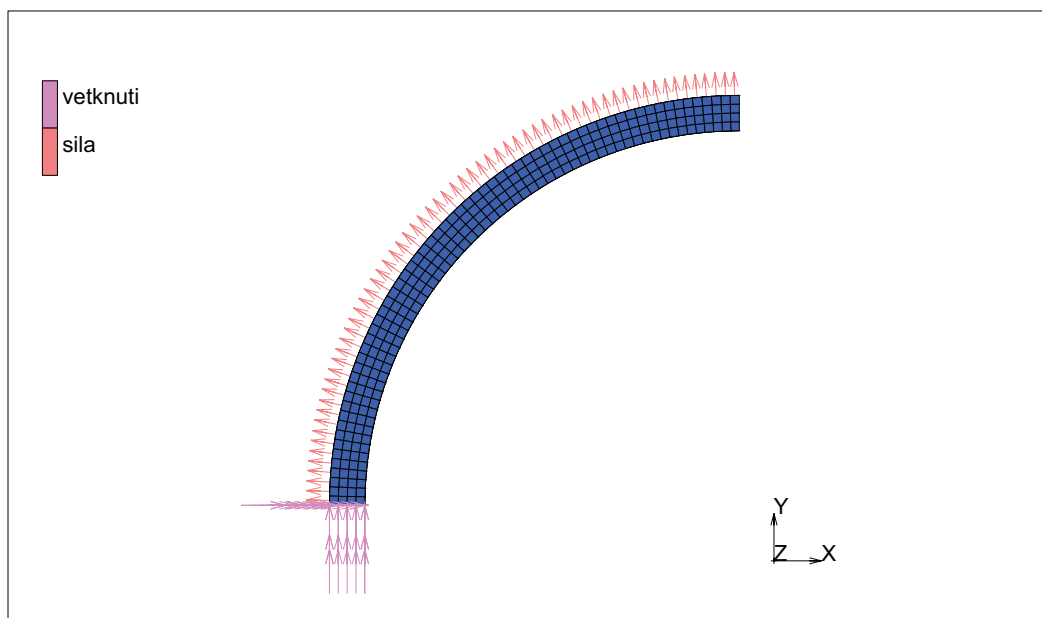
Obrázek 3.3: Závislost vertikálního posuvu u na souřadnici x

3.1.3 Popis numerického modelu

V souladu s Obr. 3.2 byl vytvořen konečnoprvkový model křivého prutu v systému MSC.Marc. Úloha byla řešena jako 3D problém a při vytváření geometrie prutu se vycházelo z rozměrů střednicových ploch. Prostorová diskretizace byla provedena postupně pomocí dvou typů tenkých skořepinových prvků, které mají v každém uzlu 6 stupňů volnosti: čtyřuzlové prvky typu 139 s lineární aproximací posuvů a osmiuzlové prvky typu 72 s kvadratickou aproximací posuvů. Úloha byla dále řešena pro 3 různé velikosti prvků tak, aby na hrany A a B obdélníkového průřezu postupně připadaly:

- 2 elementy na A a 2 elementy na B - varianta A,
- 2 elementy na A a 4 elementy na B - varianta B,
- 4 elementy na A a 8 elementů na B - varianta C.

Vzhledem k zadání modelové úlohy je zřejmé, že úlohu lze řešit jako symetrickou, tj. modelovat pouze jednu polovinu prutu. Zvolenou rovinou symetrie je rovina XY, viz Obr. 3.4, v níž byla definována příslušná okrajová podmínka. Ostatní okrajové podmínky úlohy jsou patrné z uvedeného obrázku. Konkrétně se jednalo o vetknutí v bodě C, tj. zamezení všem posuvům a rotacím v příslušném řezu, a dále pak o zatížení rovnoměrným tlakem $p = 653125$ Pa, který odpovídá velikosti spojitého zatížení $q = 5000$ N/m.



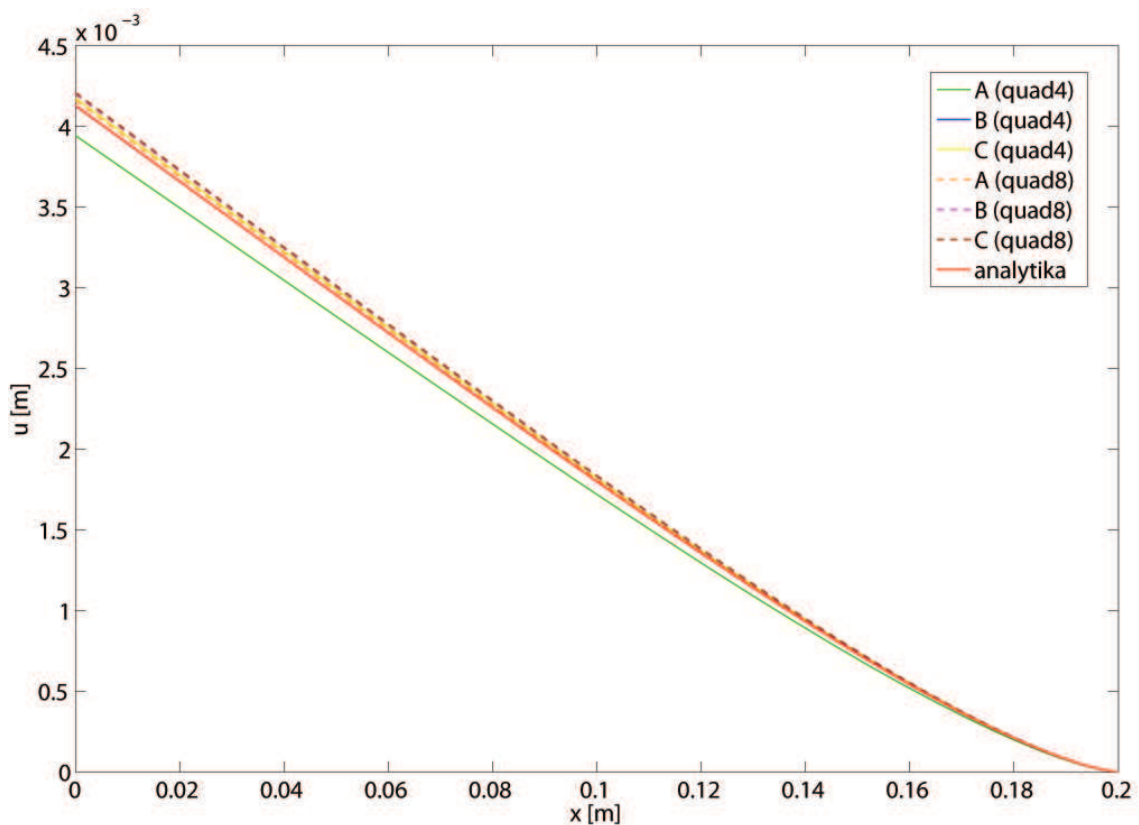
Obrázek 3.4: Okrajové podmínky úlohy

3.1.4 Porovnání výsledků

Na Obr. 3.5 je provedeno porovnání získaných analytických a numerických výsledků. Křivky odpovídající výsledkům numerických simulací jsou podle výše popsaných variant označeny A až C s uvedením použité třídy prvků. Z uvedeného obrázku je zřejmé, že výsledky numerických výpočtů jsou, vyjma varianty A (quad4), ve velmi dobré shodě s analytickým řešením (křivka "analytika"). Podrobnější analýza chyby byla provedena v bodě D. Výsledky této analýzy jsou shrnuty v Tab. 3.1. V této tabulce jsou uvedeny hodnoty průhybu u_D pro různé varianty a různé typy prvků, dále pak velikost relativní chyby vypočítaná podle vztahu

$$\delta = \left(\frac{u_D^a - u_D^{MKP}}{u_D^a} \right) 100\%,$$

kde u_D^a je posuv v bobě D stanovený analyticky a u_D^{MKP} je posuv určený pomocí MKP.



Obrázek 3.5: Porovnání analytických a numerických výsledků

Tabulka 3.1: Výsledky pro prvky s lineární a kvadratickou aproximací

	u_D [mm]	relativní chyba [%]
A (quad4)	3,94	4,61
B (quad4)	4,12	0,24
C (quad4)	4,18	1,21
A (quad8)	4,16	0,73
B (quad8)	4,20	1,69
C (quad8)	4,21	1,94

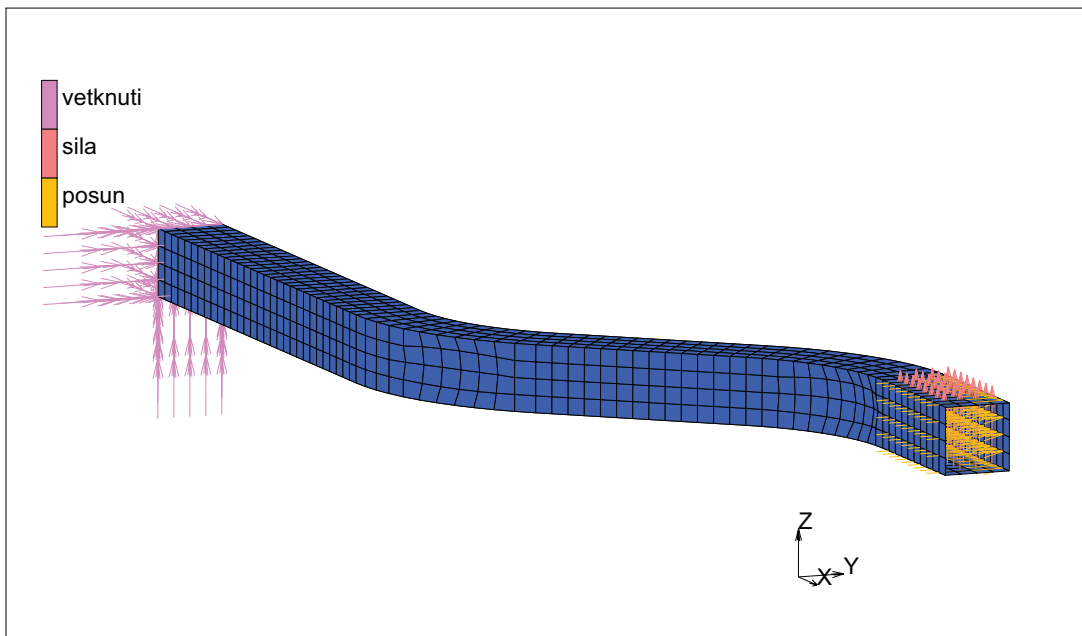
Z uvedených výsledků vyplývá, že nejmenší relativní chyby bylo dosaženo v případě varianty B a čtyřuzlových lineárních prvků. Naopak nejhorší shoda mezi analytickým a numerickým řešením nastala při použití největších lineárních prvků. Použití kvadratických prvků pro řešení této úlohy se ukazuje jako méně vhodné. S ohledem na závěry vyplývající z Tab. 3.1 byl pro další výpočty vybrán typ konečnoprvkové sítě odpovídající variantě B (quad4).

3.2 Analýza napjatosti ramene setu

3.2.1 Výpočet stávající součásti

Popis konstrukce ramen

Jak již bylo výše uvedeno, běžecký set je tvořen dvěma symetrickými tenkostěnnými rameny čtvercového průřezu a 16“ kolem (viz Obr. 3.1). Tato ramena jsou k vozíku připevněna pomocí systému VersaWing a k jejich předním částem je pomocí rychloupínacího mechanismu uchyceno kolo. Obě ramena mají v místech ohybů malé prolisy, které jsou patrné na Obr. 3.6.



Obrázek 3.6: Model původního ramena - okrajové podmínky

Vytvoření modelu

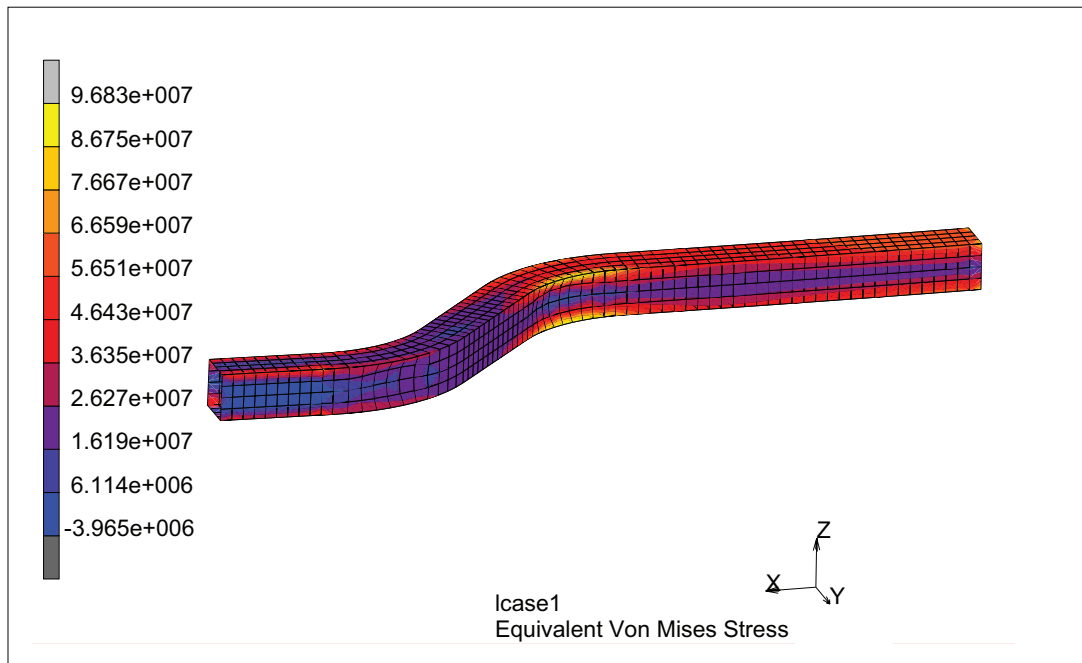
Geometrie ramena byla vytvořena na základě zjištěných rozměrů součásti. Čtvercový průřez o délce hrany 25 mm byl tažen podél profilové křivky délky 430 mm. Tato plocha byla následně diskretizována pomocí tenkých skořepinových prvků tloušťky 1,6 mm. Prolisy byly dodatečně namodelovány s využitím dvou pomocných anuloidů. Velikost konečných prvků byla volena s ohledem na výsledky modelové úlohy, tj. na hranu profilu připadaly 4 lineární prvky typu 139 (viz Obr. 3.6). Celkový počet elementů použitých pro diskretizaci namodelovaných ploch byl 1200.

Přesný typ hliníkové slitiny, ze které jsou ramena vyrobena, se nepodařilo zjistit. Pro potřeby této práce byly použity materiálové parametry odpovídající slitině 2024Al [12]: modul pružnosti v tahu $E = 7,208 \cdot 10^{10}$ Pa, Poissonovo číslo $\nu = 0,36$, mez kluzu $\sigma_k = 265 \cdot 10^6$ Pa a hustota $\rho = 2800 \text{ kg/m}^3$.

Definované okrajové podmínky jsou zobrazeny na Obr. 3.6. Z tohoto obrázku je patrné, že rameno bylo modelováno jako vetknuté v místě připojení k hlavní konstrukci vozíku a zatíženo rovnoměrným tlakem $p = 170975$ Pa (viz okrajová podmínka "sila"), který odpovídá velikosti reakce $R \doteq 205$ N vyvolané předepsaným statickým zatížením vozíku, tj. 34 kg. Tlak p , který působí ve směru osy z , je rovnoměrně rozložen na ploše $A = 0,0012 \text{ m}^2$, která odpovídá ploše úchytky kola přišroubované k rameni. Vzhledem k symetrickému zavěšení předního kola je v místě jeho uložení dále zamezeno posuvům ve směru osy y .

Výsledky numerické simulace

Po provedení numerických simulací bylo vyhodnoceno redukované napětí dle Misesovy hypotézy. Toto napětí bylo sledováno v povrchových rovinách a ve střednicové ploše skořepinových prvků celé součásti. Analýzou získaných výsledků bylo zjištěno, že maximální redukované napětí o hodnotě $\sigma_{red} = 9,683 \cdot 10^7$ Pa vzniká ve spodní hraně ramena v místě většího prolisu (viz Obr. 3.7). Ke koncentraci na-



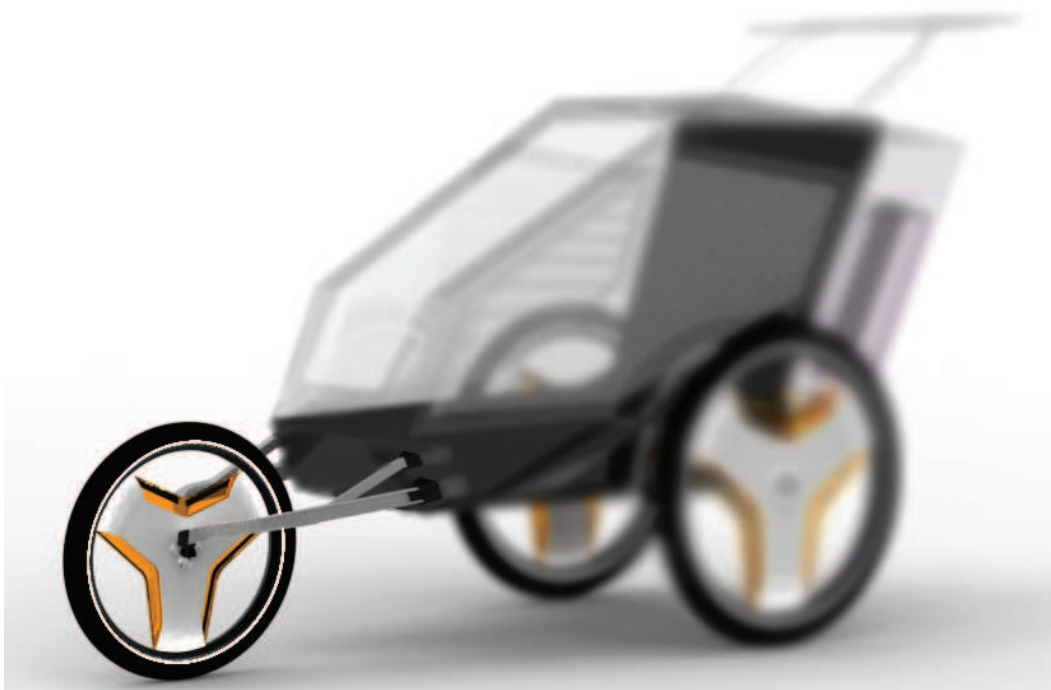
Obrázek 3.7: Výsledky numerické simulace - rozložení redukovaného napětí [Pa]

pětí dochází také v místě připevnění předního kola, konkrétně v krajních uzlech oblasti, na níž je definována okrajová podmínka "posun", reprezentující uchycení kola (viz Obr. 3.6). S ohledem na konstrukční provedení zavěšení kola budou tyto hodnoty u reálné součásti však mnohonásobně nižší. Pro kontrolu byly výpočty provedeny také pro dvojnásobný počet elementů a rovněž pro kvadratické prvky typu 72. Výsledky ukázaly, že se hodnoty redukovaného napětí liší maximálně o 1,2 %. Na základě těchto výpočtů lze konstatovat, že výsledná hodnota σ_{red} je věrohodná. Vzhledem k uvažované mezi kluzu $\sigma_k = 265$ MPa lze pro stávající rameno stanovit bezpečnost $k = \frac{\sigma_k}{\sigma_{red}} = 2,7$.

3.2.2 Výpočet nově navržené součásti

Popis konstrukce ramen

Rameno u nově navrženého běžeckého setu se skládají ze dvou navzájem svařených tenkostěnných čtvercových profilů (viz Obr. 3.8). První větší část plní primárně funkci nosnou, druhá je pak doplněna spíše z estetického důvodu. S ohledem na výše uvedenou minimální hodnotu bezpečnosti k u stávající konstrukce byla nosná část nového ramene navržena s menším průřezem a na vnější straně s hlubším prolisem, který se od místa uchycení směrem k zavěšení kola plynule zmenšuje (viz Obr. 3.9).

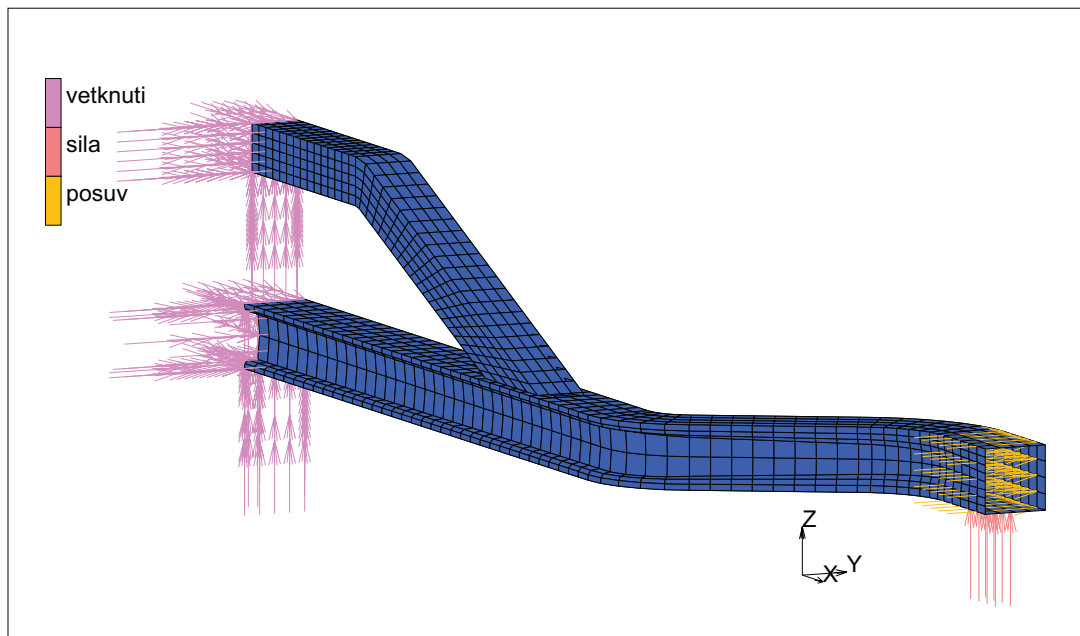


Obrázek 3.8: Běžecký set nového konceptu

Vytvoření modelu

Základem geometrie ramena byl 3D model vytvořený v programu Rhinoceros. Nosná část s proměnným průřezem (viz Obr. 3.9) byla namodelována pomocí dvou typů ploch. Část profilu ve tvaru rovnoramenného "U" o stranách 20 mm byla tažena podél profilové křivky délky 380 mm. Stěna s prolisem o maximální hloubce 5 mm byla definována pomocí hraničních křivek a následně namodelována pomocí Coonsova plátu. Při vytváření druhé menší části ramena o čtvercovém průřezu s délkou hrany 15 mm byl použit analogický postup jako při tažení U-profilu.

Plocha ramena byla následně diskretizována pomocí tenkých skořepinových prvků typu 139, tloušťky 1,6 mm. Velikost konečných prvků byla volena s ohledem na předchozí úlohu, tj. na každou z hran profilu "U" připadaly 4 prvky, na hranu s prolisem pak bylo použito 8 elementů z důvodu lepší aproximace tvaru Coonsova plátu. Hrany části ramena s menším profilem byly rozděleny na 4 a 5 elementů, viz Obr. 3.9. Celkový počet prvků použitých pro diskretizaci namodelovaných ploch byl 1866. Materiálové parametry i okrajové podmínky byly definovány stejně jako při řešení předchozí úlohy, navíc byla pouze přidána okrajová podmínka reprezentující vetknutí konce menšího profilu, viz Obr. 3.9.

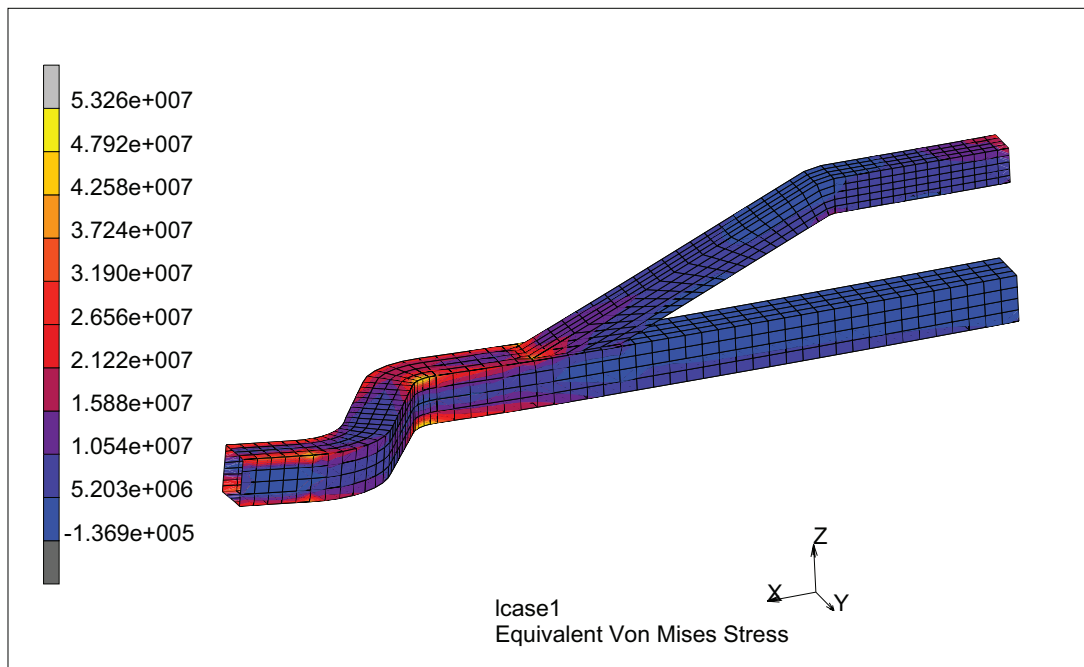


Obrázek 3.9: Model nově navrženého ramena - okrajové podmínky

Výsledky numerické simulace

Vyhodnocení redukovaného napětí dle Misesovy hypotézy bylo opět provedeno v povrchových rovinách a ve střednicové ploše skořepinových prvků celé součásti. Analýzou výsledků bylo zjištěno, že maximální hodnota redukovaného napětí o velikosti $\sigma_{red} = 5,203 \cdot 10^7$ Pa vzniká v místě vnitřního zaoblení na spodní hraně nosné části ramena (viz Obr. 3.10). K méně významné koncentraci napětí dále dochází v přední části spojení obou profilů (viz Obr. 3.10). Redukované napětí v místě připevnění kola, tj. v místě definování okrajové podmínky "posuv" (viz Obr. 3.9), nabývá velikosti srovnatelné s maximální hodnotou, avšak ze stejného důvodu jako u předchozí úlohy budou tyto hodnoty ve skutečnosti podstatně menší. Pro kontrolu byly také provedeny výpočty pro dvojnásobný počet elementů a rovněž pro kvadratické prvky typu 72. Výsledky ukázaly, že se hodnoty redukovaného napětí liší maximálně o 6,3 %. Vzhledem k uvažované mezi kluzu $\sigma_k = 265$ MPa lze pro nově navržené rameno o tloušťce stěny 1,6 mm stanovit bezpečnost $k = 5,1$.

Vzhledem k takto vysoké hodnotě koeficientu bezpečnosti k je zřejmé, že nově navržená konstrukce ramene je podstatně pevnější než konstrukce stávající a je tedy možné snížit tloušťku stěny použitých profilů při dosažení bezpečnosti srovnatelné s původní variantou. Za tímto účelem byly provedeny další numerické výpočty nově navrženého ramene s tloušťkou stěny profilu 1,2 mm a 1 mm. Analýza výsledků



Obrázek 3.10: Výsledky numerické simulace - rozložení redukovaného napětí [Pa]

ukázala, že v těchto případech dosahuje redukované napětí maximálně hodnoty $\sigma_{red} = 7,054 \cdot 10^7$ Pa, resp. $\sigma_{red} = 9,302 \cdot 10^7$ Pa, což odpovídá hodnotě bezpečnosti $k = 3,8$, resp. $k = 2,8$. Na základě těchto výsledků lze říci, že tloušťku stěny profilu použitého u nového typu ramene lze snížit až na 1 mm při zachování srovnatelné bezpečnosti jako u ramene původního. To má samozřejmě za následek snížení hmotnosti ramene. Nově navržené rameno má pak hmotnost 0.127 kg, což je v porovnání s hmotností stávajícího ramene 0.221 kg přibližně o 43 % méně. Je však nutné uvést, že nižší hmotnosti bylo dosaženo i díky menší délce nového ramene.

4. Závěr

Hlavním cílem této práce bylo navržení nového koncepčního řešení exteriéru cyklovozíku konstrukčně vycházejícího ze stávajícího typu vozíku Chariot CTS CX1. Dále pak na základě numerických simulací provedených pomocí zvoleného konečnoprvkového systému ověřit pevnost nově navržené části běžeckého setu a porovnat se stávající konstrukcí.

V rámci práce byl nejprve zmapován současný vývoj vozíků za kolo jak u nás, tak i ve světě. Kromě popisu existujících typů vozíků bylo obsahem této části i porovnání možných způsobů přepravy dítěte na kole. V této podkapitole byl rovněž uveden popis základních charakteristik cyklovozíku Chariot CTS CX1, tj. rozměry, důležité bezpečnostní prvky a vybavení. Dále zde byl nastíněn problém legalizace provozu vozíků za kolo v České republice.

Následující podkapitola se věnovala vlastnímu návrhu. V této části byly popsány prvotní myšlenky, dále pak technické požadavky kladené na exteriér vozíku a následně celý vývoj designového návrhu. Velký podíl tvoří vlastní popis finálního konceptu jako celku, včetně detailního popisu jednotlivých prvků.

Druhá kapitola se zabývala pevnostním výpočtem současné a nově navržené části běžeckého setu. Nejprve byla řešena modelová úloha tenkostěnného křivého prutu. Na základě porovnání analytického řešení s výsledky numerických simulací provedených v systému MSC.Marc byly vyvozeny závěry důležité pro tvorbu výpočtových modelů ramen běžeckého setu s ohledem na volbu typu a velikosti elementů. Při vypracování této části práce bylo nutné se seznámit jak se zmíněným konečnoprvkovým systémem, tak s analytickým postupem vyšetřování deformací křivých a lomených prutů založeném na Castiglianově principu.

Další část této kapitoly se věnovala vlastní analýze napjatosti stávající a nově navržené konstrukce ramena běžeckého setu. Nejprve byl uveden popis jednotlivých variant ramen a postupu vytváření numerických modelů a dále pak provedena analýza získaných výsledků s ohledem na lokalizaci míst koncentrace redukováného napětí. Následně byly stanoveny minimální koeficienty bezpečnosti jednotlivých konstrukcí a provedena analýza vlivu tloušťky stěny použitého profilu na hmotnost a bezpečnost nově navržené součásti.

Závěrem lze říci, že se v práci podařilo navrhnout nové řešení exteriéru cyklovozíku, které se liší od současných vozíků nejen konstrukcí, ve které byly některé duralové komponenty nahrazeny plastovými částmi, ale i vzhledem. Pro koncept byl vybrán agresivnější design a pro dosažení vyšší bezpečnosti byly zvoleny výraznější barvy. Dále byla pomocí numerických simulací ověřena konstrukce nově navržené části běžeckého setu, která má při zachování stejné pevnosti přibližně o 43 % menší hmotnost než konstrukce stávající. Výsledky této práce lze v budoucnu využít při podrobnějším zpracování tohoto konceptu za účelem navržení interiéru a doplnění cyklovozíku o zbylé sety. Ve výpočtové části by bylo možné pokračovat v oblasti pevnostních výpočtů dalších komponent, popřípadě celé konstrukce cyklovozíku.

Literatura

- [1] Benecykl
Dostupné z: < [http : //www.benecykl.cz/cs/vozik – za – kolo – handbike](http://www.benecykl.cz/cs/vozik-za-kolo-handbike) >, cit. 13.2.2012.
- [2] Porovnání způsobů přepravy dítěte na kole - přední cyklosedačka
Dostupné z: < [http : //www.nakole.cz/clanky/336 – s – detmi – na – kole – 1 – predni – cyklosedacky.html](http://www.nakole.cz/clanky/336-s-detmi-na-kole-1-predni-cyklosedacky.html) >, cit. 6.2.2012.
- [3] Porovnání způsobů přepravy dítěte na kole - zadní cyklosedačka
Dostupné z: < [http : //www.nakole.cz/clanky/340 – s – detmi – na – kole – 2 – zadni – cyklosedacky.html](http://www.nakole.cz/clanky/340-s-detmi-na-kole-2-zadni-cyklosedacky.html) >, cit. 6.2.2012.
- [4] Porovnání způsobů přepravy dítěte na kole - cyklovozik
Dostupné z: < [http : //www.nakole.cz/clanky/342 – s – detmi – na – kole – 4.html](http://www.nakole.cz/clanky/342-s-detmi-na-kole-4.html) >, cit. 6.2.2012.
- [5] Dětský vozík Chariot CTS CX1
Dostupné z: < [http : //www.cyklovozik.cz/modely – voziku/detsky – vozik – chariot – cx1](http://www.cyklovozik.cz/modely-voziku/detsky-vozik-chariot-cx1) >, cit. 6.2.2012.
- [6] Technické informace sportovního vozíku Chariot CTS CX1
Dostupné z: < [http : //chariotcarriers.com/english/html/cx _specs.php?](http://chariotcarriers.com/english/html/cx_specs.php?) >, cit. 6.2.2012.
- [7] Novela zákona č. 361/2000 Sb.
Dostupné z: < [http : //www.psp.cz/sqw/text/tiskt.sqw?O = 6CT = 463CT1 = 0](http://www.psp.cz/sqw/text/tiskt.sqw?O=6CT=463CT1=0)>, cit. 26.2.2012.
- [8] KOLESÁR, Zdeno. *Kapitoly z dějin designu*. Praha: Vysoká škola umělecko-průmyslová, 2004, ISBN 80-86863-03-4.
- [9] SERVÍT, R., DRAHOŇOVSKÝ, Z., ŠEJNOHA, J., KUFNER, V. *Teorie pružnosti a plasticity II*. Praha: SNTL, 1984.
- [10] Podpůrné materiály pro studium předmětu Pružnost a pevnost 2
Dostupné z: <<http://www.kme.zcu.cz/kmet/pp2/krive-a-lomene-pruty/>>, cit. 14.2.2012.
- [11] SERVÍT, R., DOLEŽALOVÁ, E., CRHA, M. *Teorie pružnosti a plasticity I*. Praha: SNTL, 1981.
- [12] BUCHAR, J., VOLDŘICH, J. *Terminální balistika* Praha: Academia, 2003, ISBN 80-200-1222-2.

Resume

The exterior design of child bicycle trailer inspired with Chariot CTS CX1 and the stress analysis of both the jogger arm of Chariot trailer and the new designed one are the main aims of this thesis. The thesis is divided into two main chapters. The first section deals with the design of the trailer and the second one is aimed at the stress analysis of mentioned components.

The first part of the thesis includes a brief description of current market situation in the Czech Republic and in abroad. It also contains the comparison of possibilities of infant transport by bicycles. The next paragraph describes the basic characteristics of trailer Chariot CTS CX1, e.g. its dimensions, important features and equipment. The problem of legalization of trailers road operation in our country is outlined, as well. The main part of this section is to focus on the new exterior design of child bicycle trailer. The main ideas are described there as well as ergonomical and technological requirements for the exterior. The following paragraph concerns the selection of working sketches and the description of 3D models creation in Rhinoceros 4.0 software. Finally, the real model was made on the milling machine in scale 1:3, then it was filled in with a putty and the various varnishes were applied. The last paragraph contains the description of the final design and colour solution of trailer.

The second part of the thesis deals with of the stress analysis of both jogger arms. Firstly, the benchmark problem of a thin-walled curved beam was solved to find a suitable size and type of elements for the jogger arm finite element models. This test problem was solved analytically by the help of Castiglian principle and then numerically by using the finite element software MSC.Marc. Based on the results comparison, several conclusions important for the modelling of jogger arms were made. The next paragraphs deal with the numerical simulation of existing and a new designed jogger arm. In particular, the description of arms construction, the development of computational models and the description of boundary conditions applied are given there. Afterwards, the numerical simulation is performed and the results for different types and sizes of finite elements are presented and analysed. Based on the results analysis the points of stress concentration were localized and the safety coefficients were determined for both constructions. Finally, the analysis of profile wall thickness influence on the arm weight and on the safety coefficient was performed.

Přílohy

Příloha 1

Multifunkční využití vozíku za kolo.

Příloha 2

Cyklovozíky německé firmy Zwei plus zwei a nizozemské firmy Bakfiets.

Příloha 3

Cyklovozíky české firmy Azub a BeneCYKL.

Příloha 4

Cyklovozíky americké firmy Burley a InStep.

Příloha 5

§ 48 zákona č. 361/2000 Sb.

Příloha 6

Novela zákona č.361/2000 Sb.

Příloha 7

Rendery finálního návrhu cyklovozíku.

Příloha 8

Dokumentace výroby modelu.

Příloha 9

CD-ROM obsahující teoretickou i uměleckou část bakalářské práce.

Příloha 1



Obrázek 5.1: Multifunkční využití cyklovoziku

Příloha 2

a



b



Obrázek 5.2: Cyklovozíky Zwei plus zwei (a) a Bakfiets (b)

Příloha 3

a



b



Obrázek 5.3: Cyklovozíky Azub (a) a BeneCYKL (b)

Příloha 4

a



b



Obrázek 5.4: Cyklovozíky Burley (a) a InStep (b)

Příloha 5

§ 47a

Zákaz účasti na některých akcích v provozu na pozemních komunikacích

Řidič nesmí na dálnici, silnici a místní komunikaci použít vozidlo k účasti na sportovních a podobných akcích, jestliže by jimi mohla být ohrožena bezpečnost silničního provozu, nejde-li o akce pořádané v souladu s rozhodnutím příslušného správního úřadu o zvláštním užívání pozemní komunikace podle jiného právního předpisu¹).

ODDÍL 4

Přeprava osob a nákladu

§ 48

Přeprava osob

(1) Řidič nesmí připustit, aby počet přepravovaných osob starších 12 let překročil počet povolených míst určených k přepravě osob (dále jen "povolené místo").

(2) V motorovém nebo jeho přípojném vozidle, které je určeno pro přepravu osob,² se smějí na povolených místech přepravovat osoby pouze do přípustné užitečné hmotnosti, počet osob starších 12 let však nesmí převyšovat počet povolených míst.

(3) Odstavec 2 platí i pro přepravu osob v kabině řidiče nákladního automobilu.

(4) Ve zvláštním motorovém vozidle nesmějí být přepravovány osoby mladší 15 let.

(5) V jiném přípojném vozidle, než které je určeno pro přepravu osob, je přeprava osob, s výjimkou případů podle § 51, zakázána.

(6) Ustanovení odstavců 1 a 2 neplatí pro přepravu zraněné a jinak na zdraví ohrožené osoby v homologovaném mobilním záchranném prostředku, určeném pro odsun zraněných a jinak na zdraví ohrožených z exponovaného terénu, přepravovaném v záchranném vozidle Horské služby a nezbytnou přepravu záchranářů. Ustanovení odstavce 5 neplatí pro přípojně vozidlo Horské služby při přepravě zachraňované osoby.

§ 49

Přeprava osob vozidlem hromadné dopravy osob

(1) Osoba, která čeká na zastávce vozidla hromadné dopravy osob, nastupuje do tohoto vozidla, přepravuje se v něm nebo z něj vystupuje, se musí chovat tak, aby neohrožovala bezpečnost provozu na pozemních komunikacích.

Obrázek 5.5: § 48 zákona č. 361/2000 Sb.

Příloha 6

Parlament České republiky
POSLANECKÁ SNĚMOVNA
2011

6. volební období

463

Návrh

poslanců Václava Cempírka a Jany Kaslové

na vydání

zákona, kterým se mění zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích („zákon o silničním provozu“) a o změnách některých dalších souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Obrázek 5.6: Novela zákona č.361/2000 Sb.

Parlament se usnesl na tomto znění zákona České republiky:

ČÁST PRVNÍ **Změna zákona o silničním provozu**

Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích („zákon o silničním provozu“) ve znění pozdějších předpisů se mění takto:

1. § 58 odst. 3 se doplňuje o větu:

„Osoba starší 18 let může vézt nejvýše dvě děti mladší 10 let v přívěsném vozíku určeném pro přepravu dětí, který splňuje technické podmínky stanovené zvláštním předpisem¹⁾, nebo dítě na dětském kole připojeném k jízdnímu kolu spojovací tyčí.“

2. § 58 odst. 6 se mění takto:

„Za jízdní kolo se smí připojit přívěsný vozík, který není širší než 850mm, 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 300mm vztyčeným ve výšce 1200–1600mm nad úroveň vozovky.“

ČÁST DRUHÁ **ÚČINNOST**

Tento zákon nabývá účinnosti dnem jeho vyhlášení.

¹⁾ Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Vyhláška č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění vyhlášky č. 100/2003 Sb.

Důvodová zpráva:

I. Obecná část

Již delší dobu probíhá veřejná diskuze o možnosti, resp. legálnosti používání dětských přívěsných vozíků, které slouží pro přepravu dětí. Současná právní úprava takový pojem, kdy je za nemotorové vozidlo připojeno přípojné vozidlo s možností přepravy dítěte, nezná. Občané, kteří přípojné vozíky pro přepravu dětí v České republice používají, jsou tedy vystaveni nebezpečí páhání přestupků. V jiných evropských zemích jsou vozíky běžně a hlavně legálně užívány. Jedná se např. o Dánsko, Estonsko, Finsko, Lucembursko, Nizozemí, Lotyšsko, Německo, Polsko, Slovinsko, Švédsko, Švýcarsko.

Přívěsný vozík za kolo je pro děti bezpečnější než běžné používání cyklosedačky. V přívěsném vozíku je dítě chráněno pevným rámem a bezpečnostními prvky, jako jsou např. bezpečnostní pásy, polstrování v oblasti zad nebo ochranná opěrka kolem hlavy. Některé modely umožňují instalovat do vozíku i autosedačku. Pohodlí dítěte zajišťuje také odpružení vozíku, což cyklosedačka neumožňuje. Při nehodě je dítě v cyklosedačce vystaveno daleko většímu nebezpečí, protože není ničím chráněno, a případný pád cyklisty z kola plně kopíruje. To neplatí však v případě přívěsného vozíku, neboť je s kolem spojeno tyčí s kloubem, a tvoří tak samostatnou jednotku. Při pádu kola tudíž vozík zůstává ve stabilní poloze. Zároveň si dítě užije cestu daleko příjemněji, může pohodlně usnout, aniž by se mu hlava bezvládně pohybovala ze strany na stranu. Na pozemních komunikacích je viditelnost vozíku zajištěna reflexními prvky, odrazkami na kolech a po obvodu vozíku a reflexním praporkem, který je umístěn nad vozíkem. Vozík je zepředu vybaven ochranou sítkou, která zajišťuje dostatečný přívod vzduchu a zároveň dítě chrání před případným odraženým kamínkem nebo hmyzem.

Předkládaný návrh není v rozporu s ústavním pořádkem České republiky, s mezinárodními smlouvami, kterými je Česká republika vázána, ani s právem Evropské unie.

Předkládaná úprava nebude mít žádné další hospodářské dopady ani finanční dopad na rozpočty územních samosprávných celků.

Z navrhované právní úpravy nevyplývají žádné negativní sociální dopady nebo dopady na životní prostředí.

Předkládaná úprava nebude mít žádný dopad na státní rozpočet.

II. Zvláštní část

K ČÁSTI PRVNÍ

K bodu 1

Stávající ustanovení § 58 odst. 3 se doplňuje o ustanovení, které fakticky vnese do legislativy přívěsné vozíky za kolo, v kterých lze převážet děti za určitých podmínek. Zároveň povoluje vézt dítě na dětském kole připojeném k jízdnímu kolu spojovací tyčí.

Zvláštním předpisem se rozumí zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Vyhláška č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění vyhlášky č. 100/2003 Sb.

K bodu 2

Stávající ustanovení se doplňuje o bezpečnostní prvky, které je nutné splnit pro přepravu dětí v přívěsných vozících za kolo. Kromě obrysových červených světel musí být vozík vybaven reflexním praporkem, který je vztyčený nad vozíkem.

K ČÁSTI DRUHÉ

S ohledem na nezbytnost novely je navržena účinnost ihned po vyhlášení.

V Praze dne 3. srpna 2011

Václav Cempírek

Jana Kaslová

**Úplné znění
příslušné části zákona s vyznačením navrhovaných změn a doplnění**

§ 58

- (1) Cyklista mladší 18 let je povinen za jízdy použít ochrannou přílbu schváleného typu podle zvláštního právního předpisu a mít ji nasazenou a řádně připevněnou na hlavě.
- (2) Dítě mladší 10 let smí na silnici, místní komunikaci a veřejně přístupné účelové komunikaci[1]jet na jízdním kole jen pod dohledem osoby starší 15 let; to neplatí pro jízdu na chodníku, cyklistické stezce a v obytné a pěší zóně.
- (3) Na jednomístném jízdním kole není dovoleno jezdit ve dvou; je-li však jízdní kolo vybaveno pomocným sedadlem pro přepravu dítěte a pevnými opěrami pro nohy, smí osoba starší 15 let vézt osobu mladší 7 let. **“Osoba starší 18 let může vézt nejvýše dvě děti mladší 10 let v přívěsném vozíku určeném pro přepravu dětí, který splňuje technické podmínky stanovené zvláštním předpisem²⁾, nebo dítě na dětském kole připojeném k jízdnímu kolu spojovací tyčí.”**
- (4) Cyklista nesmí jet bez držení řídítek, držet se jiného vozidla, vést za jízdy druhé jízdní kolo, ruční vozík, psa nebo jiné zvíře a vozit předměty, které by znesnadňovaly řízení jízdního kola nebo ohrožovaly jiné účastníky provozu na pozemních komunikacích. Při jízdě musí mít cyklista nohy na šlapadlech.
- (5) Cyklista je povinen za snížené viditelnosti mít za jízdy rozsvícen světlomet s bílým světlem svítícím dopředu[2] a zadní svítílnu se světlem červené barvy nebo přerušovaným světlem červené barvy. Je-li vozovka dostatečně a souvisle osvětlena, může cyklista použít náhradou za světlomet svítílnu bílé barvy s přerušovaným světlem.
- (6) Za jízdní kolo se smí připojit přívěsný vozík, který není širší než ~~800 mm~~ **“850mm”**, má na zádi dvě červené odrazky netrojúhelníkového tvaru umístěné co nejbližší k bočním obrysům vozíku a je spojen s jízdním kolem pevným spojovacím zařízením. **“Jsou-li v přívěsném vozíku přepravovány děti, musí být přívěsný vozík označen žlutým nebo oranžovým praporkem nebo štítkem o rozměru 300 x 300mm vztýčeným ve výšce 1200–1600mm nad úroveň vozovky.”**

Příloha 7

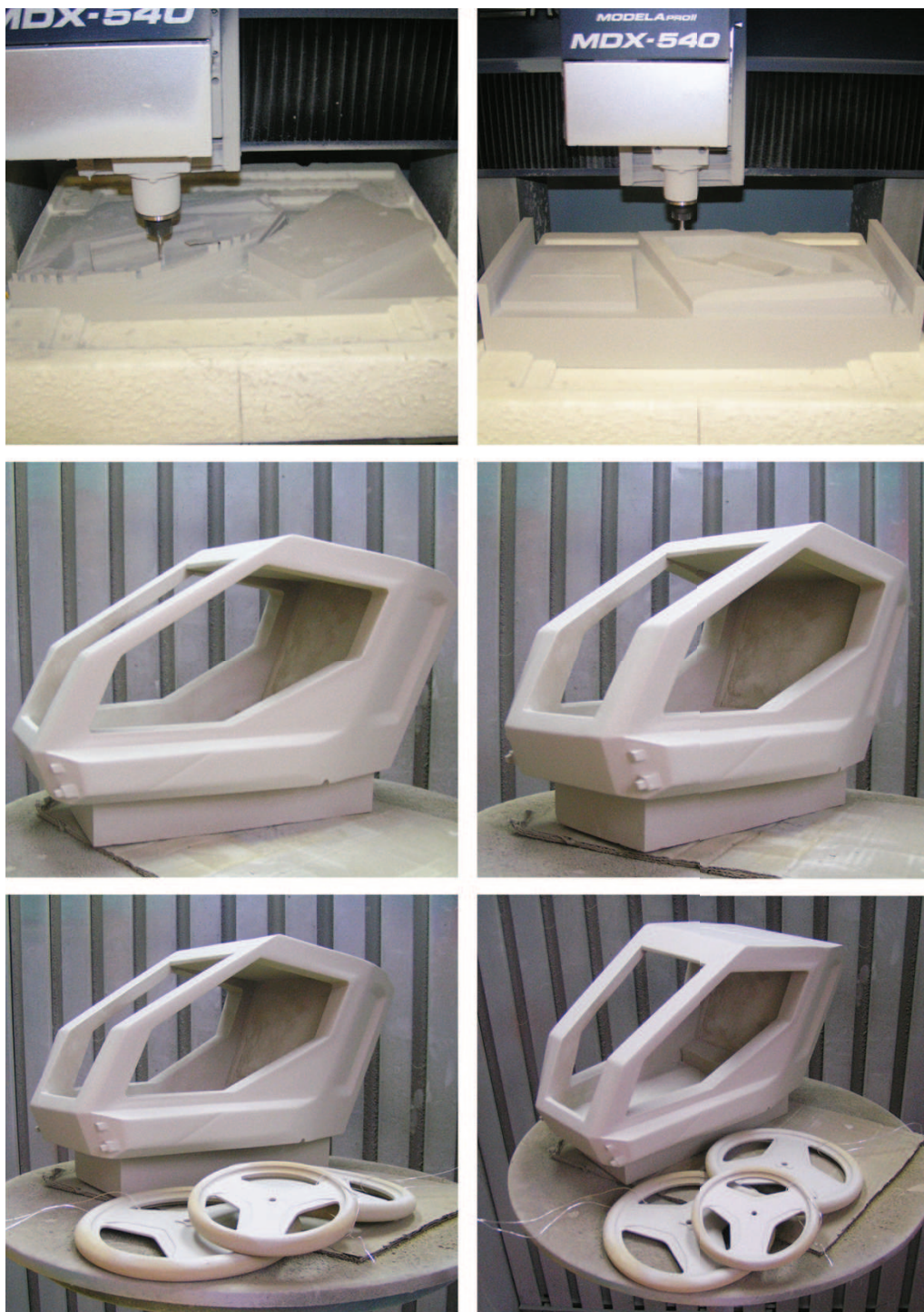


Obrázek 5.11: Finální návrh cyklovozíku

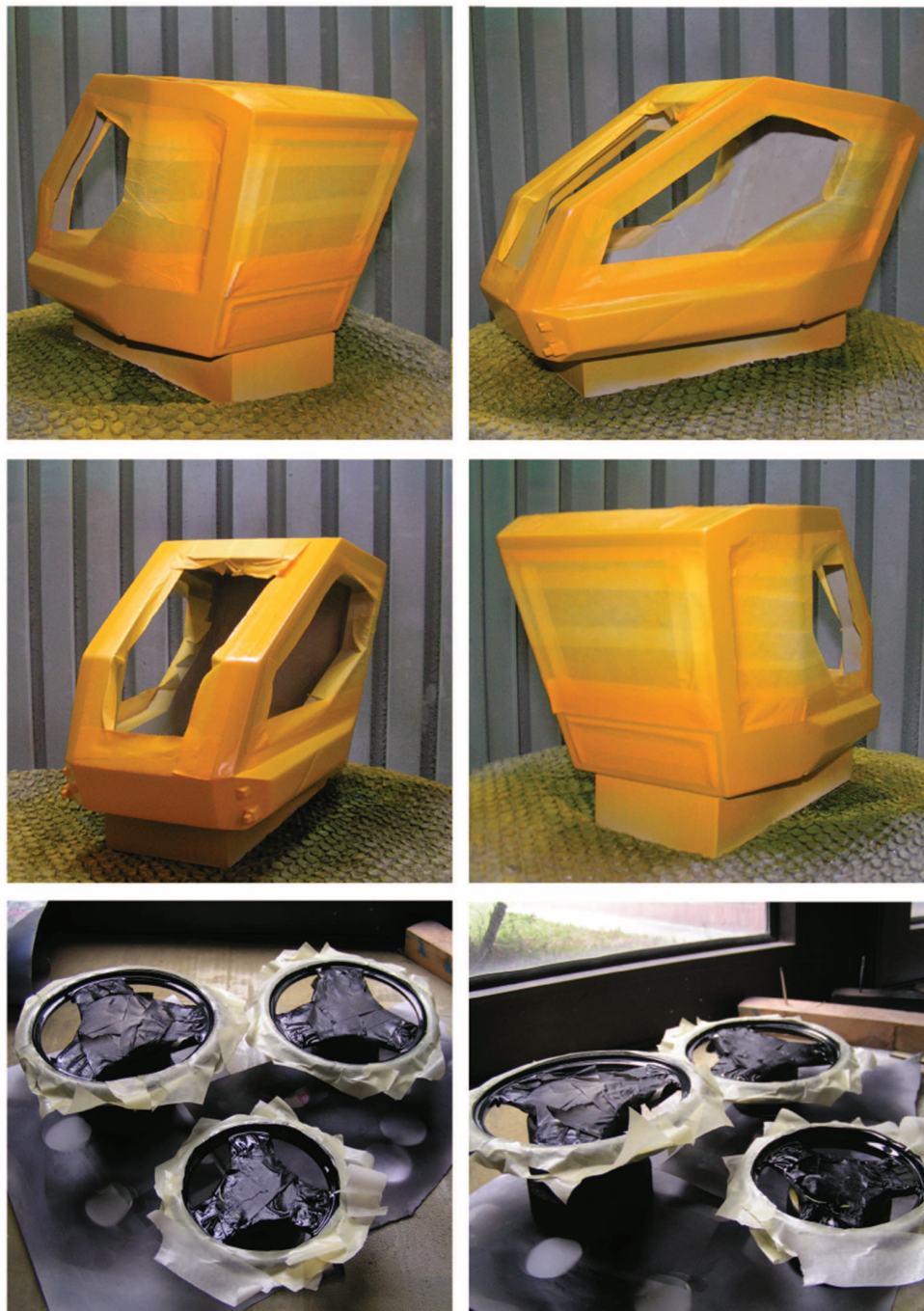


Obrázek 5.12: Finální návrh cyklovozíku - joggingový set

Příloha 8



Obrázek 5.13: Dokumentace výroby modelu



Obrázek 5.14: Dokumentace výroby modelu