

Západočeská univerzita v Plzni

Ústav umění a designu

Bakalářská práce

**DESIGNOVÁ STUDIE VOZIDLA PRO POHYBOVĚ MÉNĚ
ZDATNÉ OBČANY**

Josef Ludvík Böhm

Plzeň 2012

Západočeská univerzita v Plzni

Ústav umění a designu

Oddělení designu

Studijní program Design

Studijní obor Design – Průmyslový design

Bakalářská práce

**DESIGNOVÁ STUDIE VOZIDLA PRO POHYBOVĚ MÉNĚ
ZDATNÉ OBČANY**

Josef Ludvík Böhm

Vedoucí práce: Doc. Ing. Josef Formánek Ph.D.
Katedra konstruování strojů
Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2012

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval samostatně a použil jen uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, duben 2012

.....
podpis autora

Poděkování

Poděkování patří především vedoucímu této bakalářské práce, Doc. Ing. Josefu Formánkovi Ph. D. za vstřícné vedení a cenné rady, stejně jako Doc. Ak. Soch. Františku Pelikánovi.

1. ÚVOD	5
1.1. PRIMÁRNÍ UŽIVATEL	6
1.2. SEKUNDÁRNÍ UŽIVATEL	7
2. REŠERŠE.....	8
2.1. ELEKTRICKÉ INVALIDNÍ VOZÍKY	8
2.2. ELEKTRICKÉ SKÚTRY	10
2.3. SPECIALIZOVANÉ DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY	12
2.4. PŘEHLED LEHKÝCH TŘÍKOLOVÝCH VOZIDEL – DESIGN	15
3. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ VOZIDLA	18
3.1. SEDADLO	18
3.2. OVLÁDÁNÍ.....	19
3.3. OSVĚTLENÍ	20
3.4. POHON VOZIDLA.....	20
3.6. OSTATNÍ PRVKY	22
4. NÁVRH KONCEPTU.....	22
4.1. PRACOVNÍ VARIANTA Č. 1.....	23
4.2. PRACOVNÍ VARIANTA Č. 2.....	25
4.3. PRACOVNÍ VARIANTA Č. 3.....	26
5. VÝSLEDNÉ ŘEŠENÍ.....	27
5.2. ZASTŘEŠENÍ	28
5.3. SEDADLO A KUFR	28
5.5. ŘÍZENÍ, OSVĚTLENÍ A POHON VOZIDLA	29
6. VÝPOČTY.....	30
6.1. DOJEZD A KAPACITA BATERÍ.....	30
6.2. ANALÝZA METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ	32
7. ZÁVĚR.....	33
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	34
9. RESUMÉ	
10. SEZNAM PŘÍLOH	

1. ÚVOD

Smysl zařízení umožňujících zvětšit akční rádius lidí s omezenou pohyblivostí je srovnat jejich životní úroveň s okolím. Tyto prostředky se snaží suplovat chybějící, či nedostatečnou funkci lidského těla, ale vždy jsou limitované dostupnými technologiemi a zdroji. Čím větší je postižení, které se snažíme kompenzovat, tím je potenciální (ideální) řešení problému obtížnější.

Lidské tělo je velice složitý a komplexní „stroj“, do kterého je těžké implementovat umělé prvky. Většina existujících řešení se soustředí na pohyb postiženého – je produkována široká škála pomůcek pro různá postižení, často velmi specifických. Nelze říci, že problematika pohybu člověka v jeho okolí je nějakým způsobem jednodušší, než např. manipulace s objekty (často se tyto pole také prolínají), vždy záleží na úrovni, na které se daný problém řeší. Můžeme ale vidět, že profit z invalidního vozíku (relativně jednoduchého zařízení) je na život vozíčkáře obrovský, jeho prostřednictvím získá určitou dávku samostatnosti. To je hlavní důvod, proč bylo zvoleno toto téma bakalářské práce.

Pokud se tedy zaměříme na tyto dopravní prostředky, hledáme rovnováhu mezi spolehlivostí, jednoduchou obsluhou (Dokáže tento prostředek invalida užívat bez cizí pomoci?), stupněm kompenzace daného postižení (mechanický vozík proti umělým robotickým končetinám) a ještě jedním faktorem, tj. velikostí potenciálního trhu. Člověk ochrnutý od pasu dolů bude mít jistě větší užitek z umělých končetin ovládaných jeho vlastním nervovým systémem, než z již zmiňovaného invalidního vozíku, ale hodnotu procesu s takovým výstupem (většinou prototyp) by většina potřebných lidí těžko zaplatila. Proti tomu levnější řešení přináší méně profitu, ale je dostupné i v menších sériích. Otázka zní; je možné získat komplexní řešení za přijatelnou cenu? Velkosériová výroba umožňuje stlačit cenu výsledného produktu (i velmi komplexního) na přijatelnou úroveň, ale velikost trhu s těmito produkty je daleko menší, než např. s osobními automobily. Hledáme tedy produkt, který přináší vhodnou kompenzaci případného postižení (primární uživatel), ale je využitelný i běžným zákazníkem (sekundární uživatel), tedy jeho výroba ve větších počtech se příznivě odrazí na výsledné ceně a je pro primárního uživatele dostupný.

1.1. Primární uživatel

Vozidlo by mělo být určeno především osobám se zhoršenými pohybovými schopnostmi, tj. seniorům, vozíčkářům, či jinak postiženým by mělo přinést více užitku, než osobám nijak nepostiženým. Tento rozptyl potenciálních uživatelů a rozptyl jejich potřeb také znamená větší požadavky na univerzálnost a robustnost řešení.

Termínem „tělesný handicap“ je označena vada pohybového a nosného ústrojí, nebo poškození (porucha) nervového ústrojí, pokud se projevuje porušenou hybností. Patří sem také všechny odchylky od normálního tvaru těla a končetin. Tělesná postižení mohou být vrozená, nebo získaná. Vrozené vady vznikají buď během těhotenství, nebo při porodu. Získaná postižení může způsobit buď úraz, nebo různé choroby. Na rozdíl od vrozených vad mohou vzniknout v kterémkoli období života. Jedná se o dlouhodobý nebo trvalý stav.

Tyto postižení se obecně dělí na primární a sekundární. Primární jsou přímé postižení vlastního pohybového a nosného ústrojí, nebo postižení centrální a periferní nervové soustavy, kdy v periferní části je postiženo vlastní hybné ústrojí např. amputací, deformací a vývojovými vadami. Sekundární znamená, že centrální i periferní nervová soustava a vlastní hybné ústrojí je bez nežádoucích změn a hybnost je omezena z jiných příčin (např. důsledkem srdečních, revmatických, nebo kostních chorob). Za tělesné postižení lehčího typu se považuje skutečnost, kdy se člověk pohybuje sám, nebo s berlemi. Jako těžší postižení je označováno, je-li osoba na vozíku. Postiženy mohou být jak horní, tak dolní končetiny, mohou se vyskytovat i různé druhy amputací, nebo poúrazové stavy. Závažné jsou problémy psychické, které jsou výsledkem všech předchozích. ^[1]

Můžeme říci, že kromě tohoto rozdělení pro nás existují v zásadě 2 skupiny osob s různým stupněm postižení; senioři a vozíčkáři. Ačkoli toto dělení není logicky stoprocentně korektní a tyto skupiny se navzájem prolínají, pro naše účely dobře ilustruje potřeby různých postižení. Ve skupině seniorů je nejčastější výskyt tělesných postižení omezujících pohyb (a zejména pohybové postižení je důležité pro toto zadání), ale tyto postižení nejsou do takové míry omezující jako u skupiny vozíčkářů. Vozíčkáři nejsou tolik limitováni problémy způsobenými věkem, ale spíše úrazy, nebo vrozenými vadami úplně (či téměř úplně) zamezujícími pohybu prostřednictvím dolních končetin.

Požadavky na vozidlo našeho typu společné pro obě skupiny jsou především dobrý přístup do interiéru bez omezujících prvků, zvýšený důraz na ergonomii (ovládání a polohu těla), nízké provozní náklady a dobrá prostupnost vozidla

městským prostředím. Pro vozíčkáře i seniory je velmi výhodné, mohou-li si pomoci při nasedání např. otočením a posunutím sedačky. Pro vozíčkáře může nepřítomnost tohoto prvku dokonce znemožnit samostatné užívání vozidla. Co se týče ovládání je samozřejmé, že všechny ovládací prvky musí být v dosahu rukou. Vozidlo by mělo být kromě snadného ovládání také nenáročné na běžnou údržbu, ideálně být bezúdržbové mimo pravidelné servisní prohlídky.

Základní požadavky postižených uživatelů vozidla jsou shrnuty následovně.

- Dobrý přístup do interiéru (tzn. sedačka, řidítka, stupačky), snadná ovladatelnost
- Taková metoda nasedání / vysedání, aby ji mohly zvládnout osoby se zmíněným postižením (otočná, výsuvná sedačka atd.)
- Všechny ovládací prvky v dosahu rukou
- Pokud možno bezúdržbová technika vozidla – co nejmenší nutná asistence cizích osob
- Nízké provozní náklady
- Dobrá prostupnost zejména městským prostředím

1.2. Sekundární uživatel

Aby bylo možné udržet kvalitu výsledného konceptu při nízké konečné ceně, vhodné pro primární skupinu uživatelů, je vhodné mířit i na další potenciální trhy, které ve výsledku mohou zajistit daleko vyšší výrobní série. Pokud bude vozidlo splňující potřeby handicapovaných osob vhodné i pro běžného uživatele (např. k již zmiňované městské dopravě), může jeho propagace mířit především na větší skupinu, tzn. větší potenciální prodeje. Užitek pro původní cílovou skupinu zůstane zachován a to při nižší ceně. Zde je nutné splnit požadavky zdravého člověka tak, aby se produkt prosadil ve velké konkurenci (viz řešerše).

Požadavky sekundárních uživatelů jsou shrnuty následovně.

- Konkurenční cena a nízké provozní náklady
- Snadná obsluha a údržba
- Dostatečné jízdní vlastnosti především v městském prostředí
- Užitečná hodnota a komfort blízký automobilům
- Celkový vzhled vozidla

2. Rešerše

Člověk s omezenou pohyblivostí si může na současném trhu vybrat z řady dopravních prostředků umožňujících kompenzaci jeho postižení, od klasických mechanických vozíků po upravené osobní vozy s ručním ovládáním. V následujícím textu jsou tyto prostředky dotýkající se tématu představeny a uvedeny do kontextu bakalářské práce.

2.1. Elektrické invalidní vozíky

Invalidní vozíky s elektrickým pohonem jsou určeny pro paraplegiky a umožňují zvětšit akční rádius zejména těm, kterým jejich fyzický stav neumožňuje totéž s klasickým ručním vozíkem. Jejich hmotnost s baterií se pohybuje od 70 do 130kg, dojezd mezi 20 – 40 km za ideálních podmínek, při rychlosti do 10 km/h. Dále jsou uvedené příklady jednotlivých modelů různých značek. [2]

Meyra Champ MC3

Hmotnost	110 kg
Max. dojezd	35 km
Max. rychlost	N/A



Obr. 2-1 Meyra Champ MC3 [2]

Meyra Faster

Hmotnost	80 kg
Max. dojezd	30 km
Max. rychlost	N/A



Obr. 2-2 Meyra Faster [2]

Puma Booster

Hmotnost	120 kg
Max. dojezd	40 km
Max. rychlost	10 km/h



Obr. 2-3 Puma Booster [3]

Meyra Compact

Hmotnost	80 kg
Max. dojezd	40 km
Max. rychlost	6 km/h



Obr. 2-4 Meyra Compact [2]

Meyra Optimus 2

Hmotnost	150 kg
Max. dojezd	90 km
Max. rychlost	10 km/h



Obr. 2-5 Meyra Optimus 2 [2]

2.2. Elektrické skútry

Elektrické skútry nabízejí větší akční rádius než vozíky, zároveň jsou těžší a méně skladné. Jsou vhodné nejen pro paraplegiky, ale i pro ostatní osoby se sníženou pohyblivostí, např. seniory. Hmotnost těchto skútrů se pohybuje mezi 100 – 160 kg, při dojezdu až 50 km rychlostí 15 km/h. Skútry se vyrábí tří i čtyřkolové. Jejich velkou výhodou je širší okruh potenciálních zákazníků, takže je možno vyrábět větší série s nižší cenou za kus.

Meyra Cityliner 415

Hmotnost	164 kg
Max. dojezd	50 km
Max. rychlost	15 km/h



Obr. 2-6 Meyra Cityliner 415 [2]

Rolling Buggy Vita

Hmotnost	102 kg
Max. dojezd	32 km
Max. rychlost	12 km/h



Obr. 2-7 Rolling Buggy Vita [4]

Rolling Buggy Buddy

Hmotnost 36 kg
Max. dojezd 20 km
Max. rychlost 6 km/h



Obr. 2-8 Rolling Buggy Buddy [4]

Rolling Buggy Breeze 4

Hmotnost 136 kg
Max. dojezd 48 km
Max. rychlost 12 km/h



Obr. 2-9 Rolling Buggy Breeze 4 [4]

Rolling Buggy Eclipse

Hmotnost 45 kg
Max. dojezd 15 km
Max. rychlost 6 km/h



Obr. 2-10 Rolling Buggy Eclipse [4]

2.3. Specializované dopravní prostředky

Existuje několik výrobců specializovaných dopravních prostředků pro invalidy, které se vyznačují určitým novátorstvím v konstrukci a překračují s větším či menším úspěchem hranice jednotlivých kategorií. Dále jsou tu uvedeny některé přestavby „civilních“ automobilů a čtyřkolek. Specializované řešení mají oproti těmto přestavbám velkou nevýhodu v malém počtu prodaných kusů, takže ti, kteří by výhody ocenili nejvíce, jsou často nuceni jít levnější a méně optimální cestou.

Elbee

Elbee je krytá čtyřkolka české výroby zkonstruovaná přímo pro vozíčkáře. Ti jsou usazeni na svém vozíku a při nastupování není vyžadována žádná cizí asistence. Je vybavena spalovacím motorem 300 ccm o výkonu 12,5 kw a dosahuje rychlosti 80 km/h. Přes výhody, které nabízí tato specializovaná konstrukce, se jedná o drahou kusovou výrobu.



Obr. 2-11 vozidlo Elbee [5]

Kenguru

Podobné schéma jako Elbee, s rozdílem v pohonu (elektromotor) a vstupem zadními dveřmi. Nabízí dojezd až 50 km při rychlosti do 50 km/h. Britský výrobce.



Obr. 2-12 vozidlo Kenguru [6]

Honda HDX3

Společnost Hyperdivision představila koncept přestavěného skútru Honda pro potřeby vozíčkářů, elegantní řešení zatím ve fázi návrhu. Nejsou k dispozici žádné podrobnější údaje.



Obr. 2-13 Honda HDX3 [7]

EMU Tractor 500

Robustní a výkonné řešení v podobě čtyřkolky s upraveným ovládním jen pro ruce. EMU Tractor zvládá i velmi těžký terén a je homologován pro běžný provoz. Proces nastupování a nakládání vozíku pravděpodobně vyžaduje asistenci a celá koncepce čtyřkolky je určena spíše pro aktivní paraplegiky a jejich volný čas.



Obr. 2-14 EMU Tractor 500 [8]

Možnosti přestavby stávajících osobních vozidel

Řada nezávislých firem nabízí různé druhy přestaveb osobních automobilů, stejně jako existují řešení přímo od jednotlivých automobilek. Liší se náročností přestavby i kvalitou, ale lze zvolit úpravu dle individuálních potřeb. Jedná se většinou o ruční ovládní spojky, plynu a brzdy, otočných sedaček a automatické nakládání vozíku, např. dálkově ovládaným ramenem z kufru vozu. Některé větší automobily (např. MPV a malé dodávky) nabízí nájezdovou rampu pro transport lidí na vozíku.



Obr. 2-15 WV Caddy Maxi [9]



Obr. 2-16 otočné sedadlo [9]

2.4. Přehled lehkých tříkolových vozidel – design

Přehled koncepcí v určitém hledisku blízkých zadání této bakalářské práce dává představu o otevřenosti tohoto segmentu trhu na pomezí automobilu a motocyklu. Většinou se soustředí na městskou a příměstskou dopravu se snahou nabídnout obratnost a malé rozměry motocyklu (skútru) s pohodlím a bezpečím osobního automobilu.

Peugeot HYmotion 3

Koncept kapotovaného tříkolového skútru s lehkou střechou, příjemné řešení pro individuální městskou dopravu. Dvě kola vpředu s možností průjezdu zatáčkou náklonem poskytují oporu v krizových situacích i na mokré vozovce a střecha alespoň částečnou ochranu proti nepříznivým povětrnostním podmínkám. Koncept Peugeot HYmotion je vybaven malým dieselovým a elektrickým agregátem. Tato koncepce není vhodná pro lidi s omezenou pohyblivostí.



Obr. 2-17 Peugeot HYmotion 3 [10]

Honda 3RC

Spíše než o skútr se v tomto případě jedná o koncept jednomístné otevřené tříkolky. Skleněný panel se uzavírá pro ochranu interiéru při parkování, kdy jezdec není usazen. Pohon je řešen elektromotory umístěnými co nejnižže pro zachování stability. Bližší specifikace Honda neuvádí.



Obr. 2-18 Honda 3RC [11]

Can-Am Spyder

Tato tříkolka velikosti malého automobilu je pohodlnější a bezpečnější než motocykl, ale jízdními vlastnosti je bližší spíše čtyřkolce. Vyspělá technika a silný motor skýtají jistotu i při rychlejší jízdě. Existují soupravy pro přestavbu tohoto vozidla pro potřeby aktivních vozíčkářů.

Výkon: 100 PS (4-taktní kapalinou chlazený dvouválec)

Hmotnost: 421 kg



Obr. 2-19 Can-Am Spyder [12]

Piaggio MP3

Piaggio, výrobce skútrů, uvedl na trh řadu tříkolových skútrů MP3. 2 kola jsou vpředu blízko u sebe a umožňují naklápění. Od běžného skútru se liší především větší adhezí, bezpečností a hmotností.



Obr. 2-20 Piaggio MP3 [13]

Honda Canopy

Koncept elektrického nástupce japonské tříkolky se vyznačuje originálním vzhledem i zajímavou technikou. Běžnou Canopy pohání dvoutaktní 50ccm motor a v Japonsku je populární k osobní dopravě.



Obr. 2-31 Honda Canopy el. Koncept [14]



Obr. 2-32 Honda Canopy [14]

Mitka Trike

Koncept Mitka je produktem několika Nizozemských společností. Je to tříkolové šlapací kolo s asistovaným pohonem, schopné jet rychlostí až 25 km/h po 30 km v ideálních podmínkách. Disponuje podvozkem schopným velkých náklonů v zatáčkách.



Obr. 2-33 Mitka Trike [15]

3. Technické řešení jednotlivých prvků vozidla

3.1. Sedadlo

Důležitý prvek zejména s ohledem na handicapované uživatele. Sedadlo takového vozidla musí splňovat určité parametry, můžeme zde mimo jiné vycházet z pravidel pro zdravé sezení např. na kancelářské židli. Osoba s postižením zejména spodních končetin tráví podstatnou část dne vsedě, proto je důležité dbát na tyto pravidla i přes povahu našeho vozidla, které není koncipováno pro jízdu trvající dlouhou dobu.

Hlavním z prvků zabraňujících vzniku zdravotních problémů dlouhodobým sezením je vzpřímená pozice. Dále je třeba, aby sedadlo udržovalo páteř v ideálním esovitém prohnutí a aby nepřírozně neohýbalo krční páteř. Zejména s ohledem na handicapované uživatele vozidla je nutno tvarovat sedák tak, aby nedošlo ke sklouzávání vlivem tíhy těla, nebo zpomalení vozidla. Pokud by se uživatel i přes zmíněnou povahu vozidla v jeho sedadle zdržoval delší dobu, je nutné konstruovat sedadlo z takového materiálu, který zabraňuje, nebo omezuje vznik otláčenin. Velmi důležitým prvkem je také možnost přizpůsobení rozměrů sedadla a ostatních prvků účastnících se polohy těla individuálním potřebám a rozměrům. Nepřítomnost takové možnosti nastavení může znemožnit užívání vozidla velké části potenciálních uživatelů. Pro snadné nasedání a vysedání osob s omezením pohybu je pozitivní výška sedadla od země shodná, nebo blízká výšce sedáku invalidního vozíku. Společně s možností tento sedák otočit, nebo vysunout, může velmi usnadnit jeho používání. ^[18]

Doporučuje se používat normy ČSN, přizpůsobené dle daného postižení.

Shrnutí požadavků na stavbu a ergonomii sedadla

- Vhodné rozměry k držení polohy celého těla
- Úhel sedáku tak, aby nedošlo ke sklouzávání těla při jízdě
- Komfort a ergonomie k udržení pohodlí při delší jízdě
- Vhodný materiál zabraňující vzniku otláčenin
- Možnost jednoduchého přizpůsobení rozměrů individuálním potřebám
- Výška sedáku vozidla ideálně ve výšce inv. vozíku. – snadné přesedání

3.2. Ovládání

Pro možnost užívat vozidlo osobami s postižením dolních končetin je nutné vše potřebné k ovládání vozidla mít situováno na řidítkách, přičemž je nutno dodržet přehlednost a ergonomii ovládání. Je možno se inspirovat u klasických skútrů, čtyřkolek s automatickým řazením, nebo u elektrických skútrů pro seniory. Pro zachování přehlednosti je vhodné zredukovat počet ovládacích prvků na minimum potřebné k ovládání vozidla. Nejdůležitějšími prvky jsou ovládání směru, zrychlení a zpomalení, dále osvětlení a ostatní prvky. Ovládání jízdy je potřeba sdružit do jednoho logického celku, s ohledem na technickou podstatu zařízení, zejména zdroje pohybu. Velmi frekventovaně používaným prvkem jsou ukazatele směru, ovladače ukazatelů směru jsou v pohodlném dosahu palců. Je možné oba směry ukazatelů směru sdružit do jednoho kolébkového ovladače (nejpoužívanější řešení), nebo je rozdělit pro každou stranu zvlášť. Osvětlení bývá často také zahrnuto do logického celku vhodně umístěného v dosahu rukou.

Samotná řidítka by měla mít tvar umožňující pohodlné řízení s případnou možností změny úchopu. Protože však není toto vozidlo koncipováno pro delší monotónní jízdu, lze uplatnit i subtilnější řešení. Předpokladem k řízení vozidla handicapovaným uživatelem je jeho psychická a fyzická schopnost, kterou určí lékař.

Souhrn potřebných funkcí

- Plyn prostřednictvím otočné rukojeti, nebo páčky
- Brzda a parkovací brzda – samostatně na zadní a přední kola, nebo sdružená
- Zámek a start vozidla
- Ovládání osvětlení, klaksonu, směrových světel
- Případné ovládání stěračů



Obr. 3-2 řidítka elektrického skútru [17]

3.3. Osvětlení

Aby bylo možno vozidlo homologovat pro provoz na pozemních komunikacích, musí splňovat podmínky dle zákona č. 56/2001 sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.^[19] Důležitou částí vozidla potřebnou k homologaci je osvětlení. Osvětlení malého městského vozidla je možno převzít z motocyklu. To zahrnuje většinou přední světlomety pro denní a hlavní svícení, ukazatele směru vpředu a vzadu, zadní světlo a brzdové světlo a případnou zpátečku. Přední světlo je často realizováno jako sdružené. Ukazatele směru jsou umístěny tak, aby byla zajištěna jejich dobrá viditelnost ze všech stran, přispívající tak k bezpečnému provozu. Co se týče technologie používané na přední a zadní světla, můžeme si vybrat z řady zdrojů světla od klasických žárovek, až po LED diody. Ke svícení o menší intenzitě se v současné době často používají zmíněné LED diody, kvůli svým malým rozměrům a úspornosti. Zdrojem světla pro hlavní osvětlení, nebo případně dálkové osvětlení bývají většinou žárovky, nebo výbojky.^[21] Normy EHK určují další dílčí vlastnosti osvětlení vozidel^[20]

3.4. Pohon vozidla

Typ pohonu vozidla do značné míry definuje nejen jeho užité vlastnosti, ale také vzhled a celkové zasazení do okolí. Tradičně se u malých vozidel využíval spalovací motor o malých objemech, ať už čtyřtákní, nebo dvoutákní. Tato technologie je velmi dobře zvládnutá a používaná v drtivé většině současných řešení. Poslední dobou se však objevuje čím dál výrazněji elektrický pohon, byť zatím jen jako alternativní řešení. Spalovací motor a součásti s ním spojené mají jako tradiční řešení výhodu v nákladech na výrobu a v dojezdu. Skútry s malou nádrží (např. 5-10l) jsou s malou spotřebou schopny dojezdu i stovek kilometrů. Pokud to nestačí, na benzínové stanici je během pár minut nádrž opět plná. U osobních automobilů se tyto fakta ještě více obrací ve prospěch spalovacích motorů, hmotnost roste a rostou i nároky uživatelů na akční rádius.^[22]

Elektrický pohon se v současnosti uplatňuje především v nejlehčích dopravních prostředcích, jako jsou elektrokola a skútry. Menší požadavky na dojezd a váha ulehčují bateriím a cenový rozdíl oproti klasickému motoru není tak velký. Ekologie je také pádným argumentem. Výroba elektrické energie sice produkuje množství tzv. nepřímých emisí, ale tato hodnota se snižuje, zatímco přímá produkce skleníkových plynů ze spalovacích motorů roste. V městském prostředí navíc není takovým problémem omezená dojezdová vzdálenost, délka trasy mezi např. zaměstnáním, domovem a nákupním centrem současné technologie zvládnou a

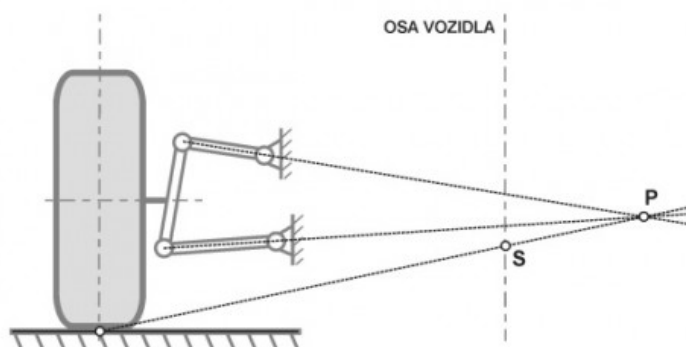
vozidlo je nabíjeno přes noc. Pokud se zaměříme na budoucnost, můžeme díky technickému pokroku předpokládat, že klady a zápory se časem otočí ve prospěch elektropohonů, hlavně díky pokroku v oblasti akumulátorů.

Jedním z předpokladů vozidla pro pohybově postižené osoby jsou nízké provozní náklady. (viz. kap. Úvod) Tyto jsou příznivější u elektropohonu, cca tři koruny na sto kilometrů. ^[24] Také se tímto řešením zjednoduší konstrukce vozidla, to umožní alespoň částečně vyrovnat cenový rozdíl finálního výrobku proti spalovacímu motoru. Motor je navíc možné umístit přímo do náboje kola, takže zabírá minimum místa pro posádku a minimalizují se také ztráty způsobené přenosem hnací síly.

Na trhu existují různé typy elektromotorů a akumulátorů. Mezi motory jsou to synchronní, asynchronní a stejnosměrný. Synchronní nabízí za cenu vyšších pořizovacích nákladů a menší životnosti permanentních magnetů vyšší účinnost, asynchronní je možné krátkodobě přetížít při dobré účinnosti a stejnosměrný za nižší cenu platí menší životností. ^[23] Mezi akumulátory je možné vybrat především z následujících typů. Nejlevnější olověné baterie mají nízkou kapacitu a jsou těžké, ale přesto si najdou své místo v levnějších řešeních. Alkalické články se uplatňují především v malých, např. tužkových bateriích. Nejpokročilejší komerčně dostupné řešení je použití lithiium-iontových, nebo lithiium-polymerových akumulátorů. Na tomto poli probíhá řada výzkumů a lze očekávat rychlý vývoj, ale už v současné době tyto baterie umožňují uspokojivý provoz hlavně menších vozidel. ^[25]

3.5. Podvozek

Pro vozidlo našeho zaměření můžeme volit různé typy podvozků. Stabilitu zajistí čtyři kola, ale při vhodném uspořádání vyhovují i tři, také díky omezené maximální rychlosti. Ve verzi tříkolka bude mít vozidlo o něco menší stabilitu, ale zjednoduší se konstrukce a celková váha se sníží. Co se týče zavěšení kol, je nutno zvolit kompromis mezi tuhostí, váhou a náročností konstrukce. Používaná zavěšení na přední nápravu jsou McPherson, hojně používaná v osobních automobilech a lichoběžníková náprava zajišťující dobré jízdní vlastnosti. V případě tříkolky je jedno zadní kolo uchyceno kyvnou vidlicí a odpruženo jedním, či dvěma tlumiči. ^{[26], [27]}



Obr. 3-3 zavěšení kola

3.6. Ostatní prvky

Další důležité prvky jsou z pohledu uživatele stupačky (podlaha), společně s řídítky a sedadlem definující polohu těla. Potřebný je kryt nohou, zejména proti povětrnostním vlivům. Podlaha a sedadlo by měly být v takové vzájemné poloze, aby úhel kolen nebyl větší než 90 stupňů a měl by se pohybovat blízko nad touto hodnotou. Je přínosem, pokud konstrukce umožňuje změnu polohy nohou při déle trvající jízdě.^[18] Kryt by měl být tvarovaný tak, aby chránil co největší část těla.

Co se týče dalších požadavků, zejména na komfort jízdy, stojí za zvážení včlenění střechy do celkového konceptu. Celkové, nebo částečné zastřešení sice může zvýšit těžiště a zvýšit celkové náklady na výrobu, ale zásadním způsobem přispěje ke komfortu jízdy. Jezdec je lépe chráněn před náparem větru, případně deště a prodlouží se tak období, kdy je možné vozidlo bezpečně a pohodlně využívat. V případě zástavby střechy je nutno zajistit dobrý výhled přes čelní okno i v dešti, buď vhodným sklonem a prohnutím okna, nebo mechanickými stěrači.

K dosažení potřebné užitné hodnoty je potřeba určitý zavazadlový prostor. Ten musí být dobře dosažitelný i z invalidního vozíku a bezpečně uzamykatelný. Další odkládací prostory bývají zpravidla v oblasti mezi nohama a kapotáží v podobě schránek, sítí, nebo košíků. Kufr se většinou řeší zástavbou do celkové konstrukce, nebo jako (volitelné) přídatné příslušenství.

4. Návrh konceptu

V první fázi návrhu konceptu vozidla pro pohybově omezené osoby šlo o to, předvést výhody a nevýhody jednotlivých schémat a vybrat nejvhodnější. Volilo se mezi tříkolovým a čtyřkolovým vozidlem, dvoukolové je pro účely zadání nevhodné. Lepší stabilita čtyřkolového řešení v našem případě nehraje tak důležitou roli, protože rychlost jízdy v provozu nebude větší než 45 km/h, aby bylo možné jej řídit s licenci Am, nebo B. Především pro zjednodušení celkové konstrukce, což hraje v našem případě velkou roli, bylo nakonec zvoleno řešení tříkolka a to s dvěma koly vpředu, s poháněným zadním kolem.

Otázka pohonu je v podstatě otázkou priority nízkých pořizovacích nákladů oproti nízkým provozním nákladům. Malý motor o objemu 50ccm s variátorem je velikostně srovnatelný s malým elektrickým motorem. Nádrž a baterie rovněž, rozdíl je zde v daleko menším počtu pohyblivých dílů, což příznivě ovlivňuje nároky na údržbu, jeden z našich důležitých požadavků. Předpokládaný provoz ve městě a v blízkosti města, s kratší ujetou vzdáleností za den snižuje význam hlavní nevýhody elektrického pohonu – krátkého dojezdu a delších nabíjecích dob. Od začátku tedy

byl ve všech variantách upřednostňován elektrický pohon, zejména s přihlédnutím k blízké budoucnosti, kdy se předpokládá ještě rapidnější nárůst elektromobilů. [25]

Z dalších vlastností, které od začátku definovaly design a konstrukci vozidla je ochrana před povětrnostními vlivy. Je možné přiblížit celkovou stavbu z hlediska oddělení interiéru od exteriéru buď blíže ke skútrům, nebo k malým osobním automobilům. Tato koncepce zásadně ovlivní způsob užívání vozidla. Oproti skútrům je kvůli povaze konečného uživatele a provozu vozidla potřeba zvýšit komfort a délku sezóny, kdy je možné vozidlo využívat, ale výrazný nárůst hmotnosti je nežádoucím, kvůli způsobu pohonu vozidla. V jednotlivých variantách byly voleny kompromisy mezi těmito faktory.

Vnější vzhled vozidla by měl odpovídat jeho povaze tak, jak vnímají podobná řešení uživatelé a okolí a zároveň toto vnímání zaměřovat žádoucím směrem. Pokud je potenciálním uživatelem senior, aktivní vozíčkář, nebo obyčejný člověk, vzhled by neměl působit v jejich situaci rušivě. Nechceme tak navrhnout agresivní výraz působící nepatříčně, ani výraz příliš přátelský a hravý. Podle názoru autora je potřeba dodržet decentní, elegantní a lehce otevřený celkový vzhled, v ideálním případě se zdáním lehkosti celé konstrukce, ale přesto působící solidním dojmem. V jednotlivých variantách byly všechny tyto požadavky kompromitovány zejména s náročností konstrukce, ergonomií a s odhadovanou finální cenou, což se projevilo na výsledných řešeních.

4.1. Pracovní varianta č. 1

První varianta vychází z konstrukce prostřednictvím samonosné karoserie, tvořící opticky dominantní prvek spojující přední a zadní část. Odnímatelná střecha uzavírá celek a chrání řidiče před deštěm. Z pohledu zepředu dominuje zavěšení kol kryté plastem. Čelní maska je navržena jednoduše, dávající vyniknout úzkým světlům s blinkry, přecházející v lesklý povrch uprostřed a směrem ke krajům v samonosnou karoserii.

Zadní část je koncipována jako místo, kde se sbíhají linie odnímatelné střechy a rámu, uvozující prostor „batůžku“. Ve snaze dosáhnout jednotných a logických tvarů se všechny prvky snaží odvozovat od těchto linií. Z ergonomického a konstrukčního hlediska bylo dosaženo kompromisu v oblasti sedadla. Opěrná část je oddělená od sedáku a pevně spojená s rámem, kvůli pevnosti v případě nárazu. Opěrka hlavy je polohovatelná, stejně jako sedák, který je možno otáčet o 90 stupňů a výškově přizpůsobit.

Verze 1 nebyla v této konkrétní podobě dotažena do finálního řešení, kvůli „rozbitému“ profilu zejména v oblasti sedadla a určité nelogičnosti celkových tvarů. V přední části navíc působí opticky příliš mohutně kryt zavěšení předních kol. Výroba takového vozidla by vyžadovala velké množství forem pro vstřikování plastových dílů a lisování plechových částí. Celkově by se výroba prodražila v neprospěch výsledné využitelnosti vozidla.

Tato varianta určila směr vývoje konceptu hlavně uspořádáním jednotlivých částí a některými tvarovými prvky. Zároveň se ukázaly konflikty v místech, kde si protirečí požadavky ergonomické, technické a vzhledové.



Obr. 4-1 skica verze 1, pohled zředu



Obr. 4-2 skica verze 1, pohled zezadu

4.2. Pracovní varianta č. 2

Po zpracování slepého hliněného modelu verze 1 došlo k několika změnám, zásadním způsobem ovlivňujícím výsledný vzhled, vyústující v druhou verzi konceptu. Změny jsou především vzhledové, zůstává zachován způsob stavby prostřednictvím samonosné karoserie. Linie dílů karoserie jsou plynulejší (zejména z pohledu z boku) a byla vypuštěna střecha, kvůli nemožnosti plynulého napojení na ostatní tvary. Místo toho zaujal její místo rozměrný štít splňující funkci ochrany před deštěm. Čelní část vozidla rozděluje prostor řidiče a podvozku, čímž byl částečně vyřešen konflikt tvarů u verze 1. „Negativní“ zakřivení štítu určuje celkový výraz a toto tvarosloví se opakuje i v zadní části, kde vytváří místo na zavazadlový prostor.

Technika a ergonomie zůstávají víceméně stejné jako u varianty 1, je zde jen jiné tvarování plastů a plechových dílů. Pořád ale zůstávají stejné problémy s odhadnutou náročností celé výroby. Po zpracování vnějších tvarů do podoby 3d modelu v programu NX8 vyšla najevo určitá nelogičnost tvarů (především v přední části) a díky tomu dílčí problémy se stavbou jednotlivých dílů samonosné karoserie. Proto tyto důvody nebyla varianta č. 2 zpracována do finálního řešení.

V průběhu práce na tomto 3d modelu došlo ke zpřesnění ergonomického rozvržení důležitých částí vozidla (viz kap. 3 „Technické řešení jednotlivých prvků vozidla“). Také byla v tomto momentu definitivně určena hrubá stavba vozidla, konkrétně pohon elektromotorem v zadním kole, lichoběžníkové zavěšení předních kol a rozdělení sedadla ke splnění všech požadavků (viz výše).



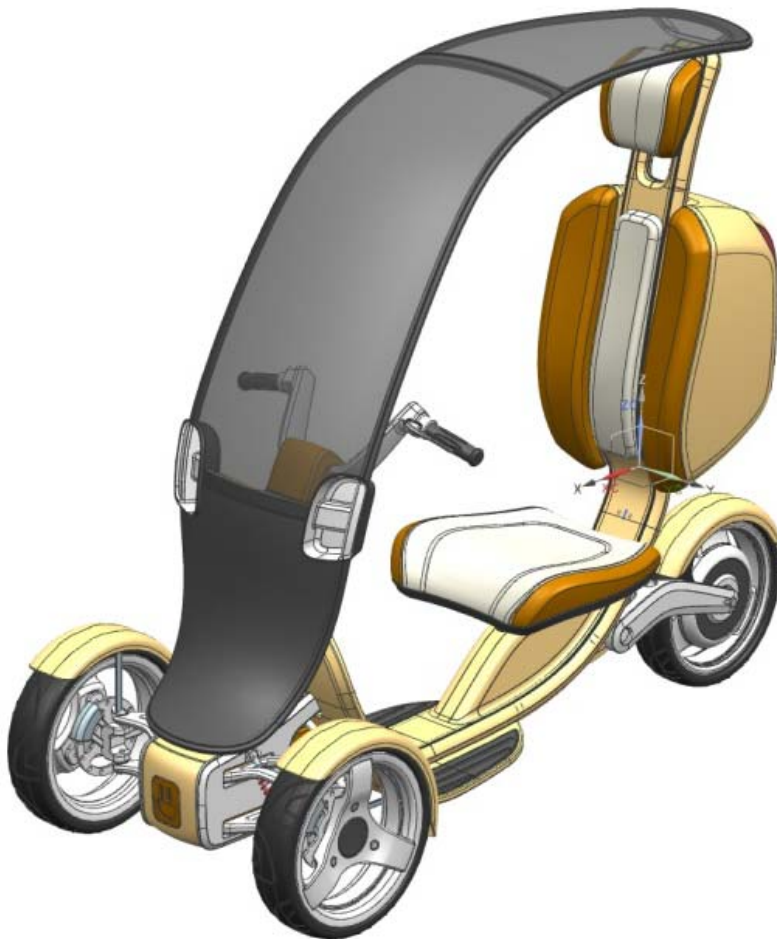
Obr. 4-3 skica verze 2, pohled zepředu



Obr. 4-4 skica verze 2, pohled zezadu

4.3. Pracovní varianta č. 3

Třetí varianta se liší od předchozích konceptů stavbou i vzhledem. Došlo zde k přehodnocení logiky tvarů a dominantní část už netvoří samonosná karoserie s plastovým krytváním. Celek vychází z centrálního trubkového rámu krytovaného plastovými díly, ale tento prvek je tvarován mnohem jednodušeji. Dominantní částí je střecha z transparentního plastu přecházející od přední nápravy až za hlavu řidiče. Otevřená koncepce této varianty dává najevo logiku vnitřního uspořádání, i přes částečné zakrytí plastovými částmi a vozidlo působí daleko lehčím, přesto pevným dojmem. Konstrukční důsledek těchto změn je zredukování počtu dílů a potřebných forem, navíc je trubkový rám levnější variantou a lze jej lépe dimenzovat beze změny vnějšího tvaru (vnitřní průměr trubek, materiál). Pro tyto příznivé konstrukční vlastnosti, kompaktně a logičtěji působící vnější vzhled, byla varianta č. 3 vybrána ke zpracování do finální verze.



Obr. 4-5 varianta 3

5. Výsledné řešení

Po zpracování konceptu ve formě skic a hliněných modelů bylo vozidlo převedeno do 3D modelu prostřednictvím programu NX8. V trojrozměrné formě se ukázalo rozhodnutí zjednodušit celkovou stavbu jako pozitivní. Nejprve byly definovány vnější plochy důležitých prvků (střecha, rám, sedadlo), potom zpracovány jednotlivé součásti do objemů. Tento 3D model není zpracován po konstrukční stránce do všech detailů. Toto zjednodušení bylo provedeno např. na ukotvení mechanismu sedáku, který umožňuje jeho otáčení, na mechanismu automatického nabíjení baterie, u vnitřní stavby elektromotoru atd. Autor se domnívá, že je na místě určité zjednodušení, zejména prvků skrytých při běžném pohledu a neovlivňujících vzhled a okolní konstrukci, a že není předmětem této práce detailní zpracování těchto prvků. V následujícím přehledu je řešení v jednotlivých detailech rozebráno.

5.1. Rám vozidla

Celkový vzhled se zde odvíjí od hlavního prvku konstrukce - rámu. Jeho podoba byla volena tak, aby plnil stoprocentně svoji funkci, i přes omezení vyplývající z povahy vozidla. Kvůli požadavku na otevřenou konstrukci, nutnou ke snadnému nasedání, je ještě více potřeba volit kompromisy mezi tuhostí a vzhledem. Z původních variant různých podob samonosné karoserie vykristalizovala současná podoba trubkového rámu krytého plastovými díly. Toto řešení bylo zvoleno kvůli relativní nenáročnosti jeho výroby a možnosti upravit dílčí parametry bez větších zásahů do okolní konstrukce. Vnější uspořádání trubkového rámu a plastových krytů vychází z těchto faktů a snaží se vnést prostřednictvím pevných, jednoduchých tvarů tuto logiku a optickou „solidnost“ do podvědomí uživatele.

Trubky tvořící celek nejsou nijak perforovány a veškeré spoje jsou realizovány úchyty, nebo svary. Další spojovací elementy, např. profily držící sedadlo a zadní kyvnou vidlici a díl přední části podvozku jsou konstruovány současně jako zpevnění rámu v jeho exponovaných částech, díky čemuž se ušetří hmotnost a upevní dojem z vnějšího vzhledu. Rám v jednom celku přechází od přední části obloukem až nad hlavu řidiče, kde je na něj uchycena lehká střecha. Konstrukce rámu střechy není koncipována jako nosná, účastníci se na přenášení deformací vznikající při jízdě. Tímto kompromisem je umožněno zredukovat její tloušťku a co nejméně tak omezovat zorné pole. V přední části je připevněna část držící podvozek, která je opticky oddělena jiným tvaroslovím.

Materiálem pro výrobu celého rámu byl zvolen hliník, kvůli své hustotě. Trubky rámu mají vnější průměr 38 mm a tloušťku 4mm, podle katalogu firmy Alupa s.r.o. ^[28]

5.2. Zastřešení

Pro zvýšení užité hodnoty vozidla (viz kapitola 3.6.) bylo do konceptu včleněno lehké zastřešení. Pro velkou plochu tohoto prvku přikládá autor důležitost jeho tvarosloví, aby nenarušoval celek. Tvar zastřešení proto zasahuje až k přednímu zavěšení kol a definuje výraz vozidla. Hmotnost střechy je kvůli svým rozměrům a tvaru rozdělena na tři části, z důvodu výroby a montáže. Spojovací rám je co nejsušnější povahy, ale stále schopen nést hmotnost této střechy. Průhledné části jsou navrženy pro výrobu prostřednictvím transparentního plastu, např. plexiskla.

Především spojením hmot rámu (pevný, solidní dojem) a střechy (vzdušnost, lehkost) a jejich kontrastem je utvářen svébytný výraz. Tento dojem se snaží zapůsobit na okolí a zanechat pocit originality a stylu.

5.3. Sedadlo a kufr

Ergonomické požadavky na sedadlo tohoto typu vozidla přináší řadu faktorů majících vliv na okolní prvky a konstrukci. Sedák a opěradlo musí mít takový tvar, aby držely tělo handicapovaného uživatele v konkrétní ideální pozici a zabezpečili ho proti nežádoucím pohybům při jízdě. Tento tvar se promítá do požadavku na velké rozměry sedadla a je třeba tento faktor začlenit do harmonického celku vozidla.

Sedák, stejně jako opěrka hlavy, fungují samostatně. Na kovovém profilu jsou oba prvky připevněny prostřednictvím otočné platformy. Kovový profil je výškově nastavitelný manuálně, nebo v jiné konfiguraci automaticky (elektromotor). Opěrka hlavy je také nastavitelná vertikálně. Opěradlo z důvodu optické centralizace objemů a ploch vychází z kufru na zádi vozidla a tvoří tak jeden celek, který opticky vyvažuje přední část. Aby nebyla přerušena linie rámu, bylo opěradlo rozděleno vertikálně na dvě části, které supluje polstrování přímo na rámu. Toto řešení vizuálně odlehčuje objem kufru a přináší potřebné napětí do jinak jednodušší zadní části. Samotné tvarování výplně je koncipováno tak, aby poskytovalo dobré boční vedení a dobrou oporu těla.

Výplně polstrovaných součástí by měly být vyrobeny z pěny s tvarovou pamětí^[29] k omezení otláčenin a udržení pohodlné pozice a čalouněné odolným materiálem (např. neopren, umělá kůže).^[30]

5.4. Podvozek a pohon

Lichoběžníkové zavěšení zabezpečuje dobré jízdní vlastnosti a díky dostatečnému prostoru oblasti uchycení předních kol bylo možné navrhnout ideální délku obou ramen. Spodní rameno má silnější profil pro dobrý přenos zatížení a celý systém zavěšení je uchycen k profilu držícímu baterii. Klasická zadní kyvná vidlice je tvarovaná prohnutě ze stejných důvodů. Ramena předního zavěšení a zadní vidlice jsou navrženy pro výrobu frézováním, nebo litím. Síly působící při provozu jsou odvedeny do hlavního rámu prostřednictvím předního nosného profilu a tlumičů do celého rámu tak, aby se tento rám co nejméně namáhal v místech ohybů.

Tyto detaily jsou využity pro zdůraznění technické podstaty produktu a jsou záměrně ponechány exponované. Prohnutí ramen lichoběžníkového zavěšení a kyvné vidlice je zde také z důvodu narušení jinak prostého tvaru takového řešení, přesto zde nedošlo ke zbytečnému tvarování – autor je toho názoru, že veškeré detaily by měly sloužit svému účelu.

5.5. Řízení, osvětlení a pohon vozidla

Na dobré ergonomii a snadném užívání produktu se velkou měrou podílí řízení. Pro dobré vedení řidičem byl zvolen širší úchop a následující rozmístění ovladačů. Akcelerace a decelerace (rekuperace) je ovládána otočnou rukojetí při pravé ruce, z důvodu rozšíření tohoto rozložení. Akcelerace je regulována otočením rukojeti směrem k sobě a rekuperace, tedy zpomalení, směrem od sebe. Pro potřebu intenzivnějšího brzdění je k dispozici páčka brzdového systému na levé a pravé ruce, kvůli možnosti pohotovému ovládnutí. Hlavní brzdovou sílu představují kotouče vpředu a slabší bubnová brzda skrytá v zadním kole. Ovládání směru jízdy je od širokých řidítek přenášeno tyčí k přední nápravě a dále pákovým mechanismem s táhly, prostorem mezi předním nosným profilem a baterií.

Osvětlení vozidla je nejen důležitým konstrukčním a bezpečnostním prvkem, ale také významným výrazotvorným prostředkem, anžto přední a zadní lampy mají lidé tendenci podvědomě vnímat jako „oči“ vozidla. Z pohledu tvarování je to spíše grafická záležitost (i když poslední dobou se objevují osvětlovací prvky pojaté výrazně prostorově) ^[31], ale z hlediska konstrukce je formu nutné přizpůsobit zvolené technologii. Přední světla mají malou hloubku z nutnosti volného prostoru pro ruce v okolí řidítek, proto jsou v našem případě použity LED diody o vysoké svítivosti pro denní a projektor pro hlavní svícení. LED technologie je použita také v zadních svítílnách, kde jsou všechny potřebné funkce sdružené do jednoho celku. Výraz

světél v kombinaci s ostatními tvary se snaží vytvořit otevřený (ne příliš hravý), solidní a dynamický dojem. Konstrukce předních světel je také součástí rámu střechy, spojuje hlavní trubkový rám a subtilnější rám plexiskla.

Vzhledem k výše uvedeným argumentům (viz kapitola 3. 4. Pohon vozidla) je vozidlo poháněno prostřednictvím elektromotoru. Tento je umístěn v zadním kole ke zredukování mechanických ztrát na minimum (toto řešení je také možné díky menší max. dosahované rychlosti, odpadá potřeba zpřevodování). Elektromotor je napájen baterií umístěné v prostoru mezi zavěšením předních kol, kde je také odklápěcí kryt zásuvky. Rozměry a kapacita použité baterie (viz kapitola 6. Výpočty) odpovídají dvojici článků LiFePO₄ 48V 12Ah z katalogu firmy E-pohon^[32]. Maximální rychlost a průměrný dojezd činí 45 km/h, resp. 55 km v dobrých podmínkách.

Způsob a místo uchycení akumulátoru je voleno tak, aby bylo možné dobíjet vozidlo automaticky prostřednictvím kompatibilního stojanu (umístěného např. v garáži) a využívat více sad baterií zároveň. Takové řešení, ačkoli nákladné, by značně zvýšilo užitnou hodnotu produktu.

6. Výpočty

6.1. Dojezd a kapacita baterií

Hlavním účelem této kalkulace je zjištění hodnoty potřebné kapacity, objemu a hmotnosti baterií. Kvůli menším rozměrům vozidla a otevřené konstrukci je nutné pečlivě navrhnout jejich umístění, a tak jsou výše zmíněné údaje velmi důležité k detailnímu zpracování celé konstrukce. Výpočet (viz níže) je pouze základní a orientační, pro detailnější hodnoty by bylo potřeba provést řadu hlubších analýz a simulací.

Nejprve byly odhadnuty, nebo určeny vstupní hodnoty.

Celková hmotnost vozidla „m“	240 kg
Rychlost vozidla „v“	45 km/h = 12,5 m/s
Průměr disku	12" = 0,3048 m
Šířka pneu	90 mm = 0,09 m
profil pneu	50% = 0,045 m
Součinitel aer. odporu „Cx“	(odhad) 0,35
Velikost čelní plochy „S“	0,6 m ²
Hustota vzduchu „ρ“	1,225 kg/m ³
Točivý moment elektromotoru	40 Nm

Účinnost elektromotoru „ η “	0,85 ^[33]
Napětí motoru	48 V
Součinitel tření (pneu/asfalt) „ f_v “	0,02
Kapacita akumulátoru „C“	12 Ah
Napětí akumulátoru	48 V
Váha akumulátoru	5,8 Kg ^[32]
Počet kusů akumulátoru	2

Dílčí výpočty

Celkový průměr kola	$0,3048 + 2 \cdot 0,045 = \mathbf{0,3948 \text{ m}}$
Odpor valení „ O_v “	$O_v = m \cdot g \cdot f_v = 240 \cdot 9,81 \cdot 0,02 = \mathbf{48,088 \text{ N}}$
Odpor vzduchu „ O_{vz} “	$O_{vz} = C_x \cdot (\rho/2) \cdot S \cdot v^2 = 0,35 \cdot (1,225/2) \cdot 0,6 \cdot 12,5^2 = \mathbf{20,098 \text{ N}}$
Součet odporů pro rychlost 45 km/h „ F_{od} “	$F_{od} = O_v + O_{vz} = 48,088 + 20,098 = \mathbf{68,186 \text{ N}}$

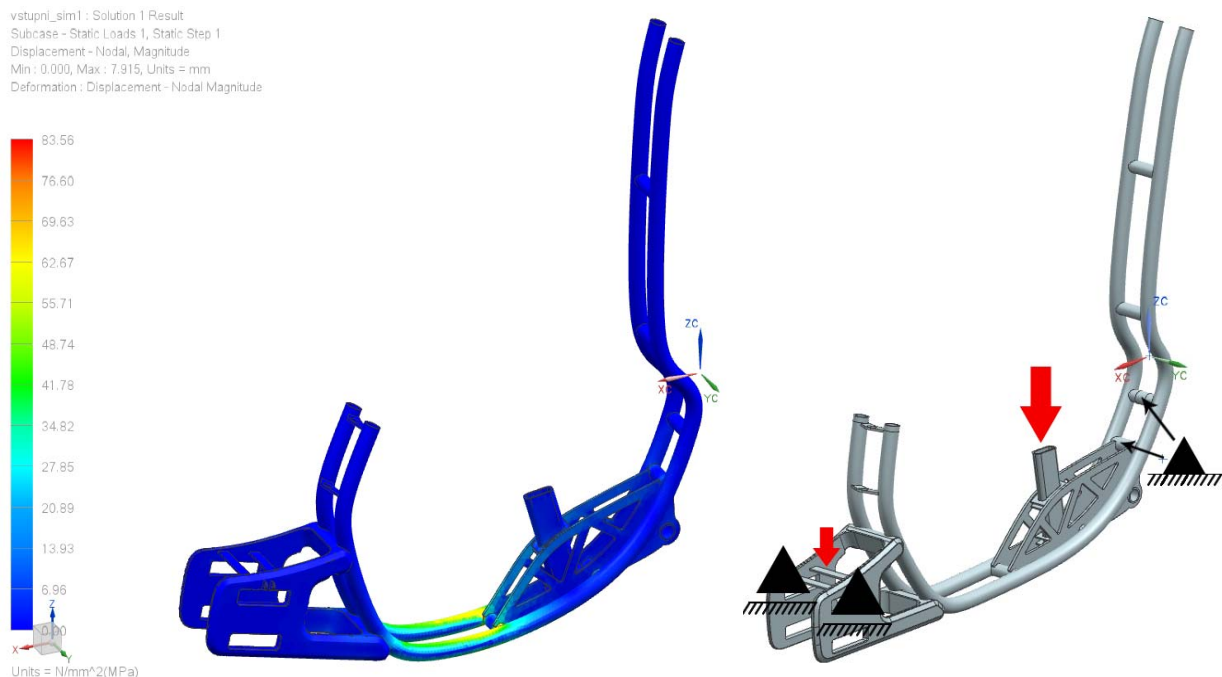
Výpočet dojezdu

Okamžitý výkon „P“	$P = F_{od} \cdot v = 68,186 \cdot 12,5 = \mathbf{852,325 \text{ W}}$
Odebíraný proud „I“	$I = P / (U \cdot \eta) = 852,325 / (48 \cdot 0,85) = \mathbf{20,890 \text{ A}}$
Dojezd „s“ (pozn. - kapacita 2 článků)	$s = (v \cdot C) / I = 45 \cdot 12 \cdot 2 / 20,890 = \mathbf{51,699 \text{ km}}$

Výsledek výpočtu je takový, že v případě napájení vozidla dvěma články akumulátoru LiFePO4 48V 12Ah bude mít vozidlo při průměrné rychlosti 45 km/h za ideálních podmínek dojezd 50 km. Sada dvou baterií bude vážit 11,6 kg s těžištěm v ose předních kol a cena za takový set bude v případě maloobchodní ceny 19980 Kč. ^[32]

6.2. Analýza metodou konečných prvků

Nejprve je třeba zdůraznit, že tento výpočet slouží pouze jako základní orientační metoda pro zjištění způsobu namáhání vnitřní konstrukce. Úloha byla zpracována v CAE modulu NX Nastran, součásti softwaru NX8. Na 3D model trubkového rámu, předního nosného profilu podvozku a profilů v zadní části, nesoucí sedadlo a kyvnou vidlici, byla aplikována konečnoprvková tetraedrální síť a vazby v místech napojení kyvné vidlice, předních lichoběžníkových ramen a tlumičů. Zatížení je zde simulováno vlastní vahou rámu, baterií a užitečnou hmotností 200 Kg, kvůli lepší bezpečnosti výpočtu. Na celou konstrukci byl použit hliník 6061, při zjištěné hmotnosti rámu 14,6 kg.



Zhodnocení analýzy MKP

Výpočet (ekvivalentní napětí Von Mises činí 85 MPa v nejnámáhavějším místě, při maximální deformaci 7mm) ukázal, že kostra vozidla je exponována především v místě mezi předním a zadním profilem. Toto místo není vyztuženo, kvůli ergonomickému požadavku na dostatek otevřeného prostoru pro nohy. Dále vyšlo najevo, že v některých místech je konstrukce až příliš naddimenzována, což se negativně projevuje na váze. Při dalším případném vývoji tohoto konceptu by bylo vhodné zesílit slabé místo uprostřed rámu (např. silnějším lokálním průřezem trubek, nebo využitím krytu kolen jako konstrukčního prvku pro tento účel), odlehčit okolní konstrukci a provést „crash“ simulaci ke zjištění potřebného detailnějšího uspořádání rámu.

7. Závěr

Průběh práce na studii vozidla pro pohybově omezené uživatele ukázal mnoho aspektů, kterými je nutno se věnovat a zpracovat je do konkrétní podoby tak, aby bylo dosaženo co nejlepšího kompromisu v často protichůdných požadavcích. Kvůli povaze zadání byl kladen hlavní důraz na celkový dojem z vnějších tvarů v kombinaci s vnitřní soudržností vozidla, tedy to co autor především chápe pod pojmem „design“. Tento dojem ale nebyl (a nesmí) být v rozporu s ostatními, pro životní cyklus produktu důležitými požadavky, které také výrazně promlouvaly do celkové podoby práce. Především se jedná o ergonomické požadavky tak, aby bylo řešení vhodné pro co nejširší spektrum potenciálních uživatelů a technické požadavky na adekvátnost, spolehlivost a cenu konstrukce.

Od počátku hledání tohoto řešení je ústředním motivem ergonomický model lidského těla a to v konkrétních dvou vzorcích populace, představujících 5% a 95% průměrné výšky jedince. Toto široké rozpětí bylo řešeno tak, že vozidlo je dimenzováno na druhý zmíněný model a důležité prvky definující polohu těla jsou nastavitelné. Vše podstatné od rozchodu kol, vnějšího vzhledu až k vnitřní konstrukci vychází z tohoto počátečního schématu, aby zůstal zachován původní smysl zařízení – služba potřebnému člověku.

Během práce na konceptu bylo aplikováno několik metod přístupu, aby zůstal zachován „čistý“ pohled na věc. Nejvíce času si vyžádalo počáteční shrnutí požadavků a jejich transformace do konkrétních pracovních verzí, které byly následně zpracovány do podoby 2D a 3D skic a hliněných modelů. Tento proces byl několikrát zopakován pro získání vhodného řešení, rozpracovaného do jednotlivých detailů. Finální stav konceptu nemá ambice být do nejmenších detailů hotovým, autor se domnívá, že toto není smyslem zadání. Větší důraz a úsilí bylo směřováno ke hledání obecnějšího řešení problému, nahlíženého ze širší perspektivy.

Na závěr procesu bylo vypracované řešení zhodnoceno z pohledu základní technické způsobilosti konstrukce při zatížení užitečnou hmotností a doporučen směr dalšího vývoje. V případě dalšího rozpracování konceptu směrem k podobě hotového produktu připraveného k výrobě, by bylo třeba všechny jednotlivé součásti podrobit technickým a ekonomickým analýzám a přizpůsobit je, ale z pohledu celku je zde idea s jasně definovanými vlastnostmi, kterou by bylo třeba zachovat, aby se nezměnil původní smysl a výsledný dojem.

Právě původní smysl tohoto vozidla byl v celém průběhu práce hnacím motorem a zdrojem tvůrčích myšlenek, neboť právě výzva v podobě zdánlivých vstupních omezení zde dala vzniknout snaze o vytvoření produktu, který slouží ke zlepšení životní úrovně nejen méně pohyblivých osob.

8. Seznam použitých zdrojů

[1] O handicapu [cit. 5.4.2012]

http://bezbarierova.knihovna.cz/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=56&Itemid=154

[2] Elektrické vozíky, skútry [cit. 7.4.2012]

<http://meyra.cz/katalog.php?action=elektricke>

[3] BOGO elektrické vozíky [cit. 7.4.2012]

<http://www.invalidni-voziky.cz/index-ctyrkolky.html>

[4] Invalidní vozíky [cit. 7.4.2012]

<http://www.invalidnivozik.eu/elektricke-invalidni-voziky.php>

[5] O Elbee [cit. 7.4.2012]

<http://www.elbee.cz/elbee/o-elbee/>

[6] Kenguru: the car you have all been waiting for [cit. 7.4.2012]

<http://www.kengurucars.com/index.html>

[7] Honda HDX3 pro vozíčkáře [cit. 7.4.2012]

<http://www.motorkari.cz/clanky/moto-novinky/honda/honda-hdx3-pro-vozickare-20363.html>

[8] EMU Tractor 500 s ručním řízením [cit. 7.4.2012]

<http://www.apicz.com/cz/produkty/ctyrkolky-s-rucnim-ovladanim/emu-tractor-500-s-rucnim-rizenim>

[9] Bezbariérová vozidla [cit. 7.4.2012]

<http://www.apicz.com/cz/produkty/bezbarierova-vozidla/volkswagen-caddy-maxi>

[10] Peugeot Hymotion Compressor Concept [cit. 8.4.2012]

http://www.netcarshow.com/peugeot/2008-hymotion3_compressor_concept/

[11] Honda 3r-C concept world debut [cit. 8.4.2012]

<http://world.honda.com/news/2010/4100224Geneva-Motor-Show/>

[12] Can-am Spyder RT [cit. 8.4.2012]

<http://www.motorkari.cz/clanky/redakcni-testy/can-am/can-am-spyder-rt-16126.html>

[13] Piaggio MP3 125 Hybrid [cit. 8.4.2012]

<http://www.motorkari.cz/clanky/redakcni-testy/piaggio/piaggio-mp3-125-hybrid-16226.html>

- [14] Honda's electric Canopy [cit. 8.4.2012]
<http://www.gizmag.com/honda-finally-makes-an-electric-canopy-gyro-three-wheeler/20456/>
- [15] Strange vehicles: Mitka Trike [cit. 8.4.2012]
http://www.diseno-art.com/encyclopedia/strange_vehicles/mitka_trike.html
- [16] Karma KP-10.3 [cit. 10.4.2012]
http://www.karmamedical.com/04_product/detail.asp?pcb=&act=2&sn=75
- [17] Elextric 3 and 4 wheel pride mobility scooters [cit. 10.4.2012]
http://www.easymobilityco.com/victory_mobility_scooter.htm
- [18] 10 zásad ergonomie sezení [cit. 9.4.2012]
http://ergonomicka-encyklopedie.cz/10_z%C3%A1sad_ergonomie_sezen%C3%AD#Sed.C3.A1k_mus.C3.AD_b.C3.BDt_spr.C3.A1vn.C4.9B_tvarovan.C3.BD
- [19] Zákon č. 56/2001 sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích [cit. 11.4.2012]
- [20] Současný stav a vývoj mezinárodních předpisů pro osvětlení automobilů [cit. 11.4.2012]
http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=22897
- [21] Žaludová L., *Vnější osvětlení osobních automobilů*, Bakalářská práce, ČVUT v Praze, fakulta dopravy, 2010
- [22] Spalovací motor ještě neřekl poslední slovo [cit. 12.4.2012]
<http://alternativnipaliva.fd.cvut.cz/Files/KV3.htm>
- [23] Konstrukce elektromobilů [cit. 12.4.2012]
http://odbornecasopisy.cz/data-ftp-user/Perspektivy_elektromobility_AMPER_2012/01-Marusinec_Konstrukce_elektromobilu.pdf
- [24] Konstrukce a provoz jednostopých vozidel s el. pohonem [cit. 12.4.2012]
http://odbornecasopisy.cz/data-ftp-user/Perspektivy_elektromobility_AMPER_2012/08-Vodrazka_PRE_Konstrukce_jednostopych_vozidel.pdf
- [25] Baterie-minulost, současnost a perspektivy [cit. 12.4.2012]
http://odbornecasopisy.cz/data-ftp-user/Perspektivy_elektromobility_AMPER_2012/09-Vondrak_VUT_Baterie_elektromobily.pdf

- [26] Zavěšení kol [cit. 13.4.2012]
<http://cs.autolexicon.net/articles/zaveseni-kol/>
- [27] Technika motocyklu - 8. část - podvozek [cit. 13.4.2012]
<http://www.motorkari.cz/clanky/jak-na-to/technika-motocyklu-8.-cast-podvozek-3456.html>
- [28] Hliníkové trubky kruhové [cit 15.4.2012]
<http://www.alupa.cz/hlinikove-trubky-kruhove>
- [29] Výrobky firmy Gumotex [cit 15.4.2012]
<http://www.gumotex.cz/vyrobky>
- [30] Dupont Neoprene polychloroprene [cit 15.4.2012]
<http://www.dupontelastomers.com/products/neoprene/neoprene.asp>
- [31] 2010 BMW Vision EfficientDynamics Concept [cit 15.4.2012]
<http://www.conceptcarz.com/vehicle/z17321/BMW-Vision-EfficientDynamics-Concept.aspx>
- [32] Akumulátor LiFePO₄ 48V, 12Ah [cit 16.4.2012]
<http://www.e-pohon.cz/e-pohon/eshop/4-1-Komponenty-na-e-bike/2-2-Li-ion-a-LiFePO4-akumulatory/5/109-Akumulator-LiFePO4-48V-12Ah>
- [33] Záruba T., *Alternativní pohon a jeho využití v technické praxi*, bakalářská práce, Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, Brno 2008
- [34] LiFePo₄ Batteries, [cit. 20.4.2012]
<http://www.metaefficient.com/rechargeable-batteries/innovative-lifepo4-batteries-electric-vehicles.html>

9. Resumé

The main aim of means of transport for physically less capable people is to help raise their level of life and to balance their capabilities with their environment. This subject has been selected because of its importance, author of this work is persuaded, that these “higher” meanings and certain limitations usually come with new, fresh ideas and original solutions.

The work itself is divided into four parts. First of them (chap. 1) reports about concept's main idea and that is a price affordability in contrast with quality. To particularly solve this problem, it has been considered to involve more potential customers, due to larger series and lower costs for a unit, which larger potential market brings. Thanks to this, the ergonomic model for this concept's got to be more open and suitable for a larger spectrum of individuals.

Following chapters (chap. 2 and 3) compare the initial idea with current commercial solutions, show some design inspiration resources and bring more detailed sight of individual components. It is author's conviction, that there's an importance to specify these components, because a better understanding of the details can bring more logical disposition of the unit.

Chapter four introduces some specific construction options, where it has been necessary to deal with often contradictory demands. It's been challenge to work with ergonomic, technical and visual elements in order to bring a holistic, elegant solution. The working process itself consists of different approaches. At first, there was an initial phase of combining mentioned demands, resulting in 2D and 3D sketches, scale clay models and ergonomic patterns. Circle of these procedures has been repeated few times to get a suitable piece.

Last part evaluates final solution's specifications such as battery capacity, drive characteristics and the chassis behavior through basic FEM analysis. In conclusion, there have been listed a few recommendations for possible further development, regarding to a specific construction details. There is also mentioned an original meaning of this concept as a source of fresh ideas and driving force helping to overcome all problems that have appeared while working on this bachelor thesis.

10. Seznam příloh

Příloha č. 1 – Ilustrace sklonu sedáku

Příloha č. 2 – Porovnání typů akumulátorů

Příloha č. 3 – Baterie LiFePo4 48V 12Ah

Příloha č. 4 – Vývojové skicy

Příloha č. 5 – Hliněný model

Příloha č. 6 – Ergonomické schéma konceptu

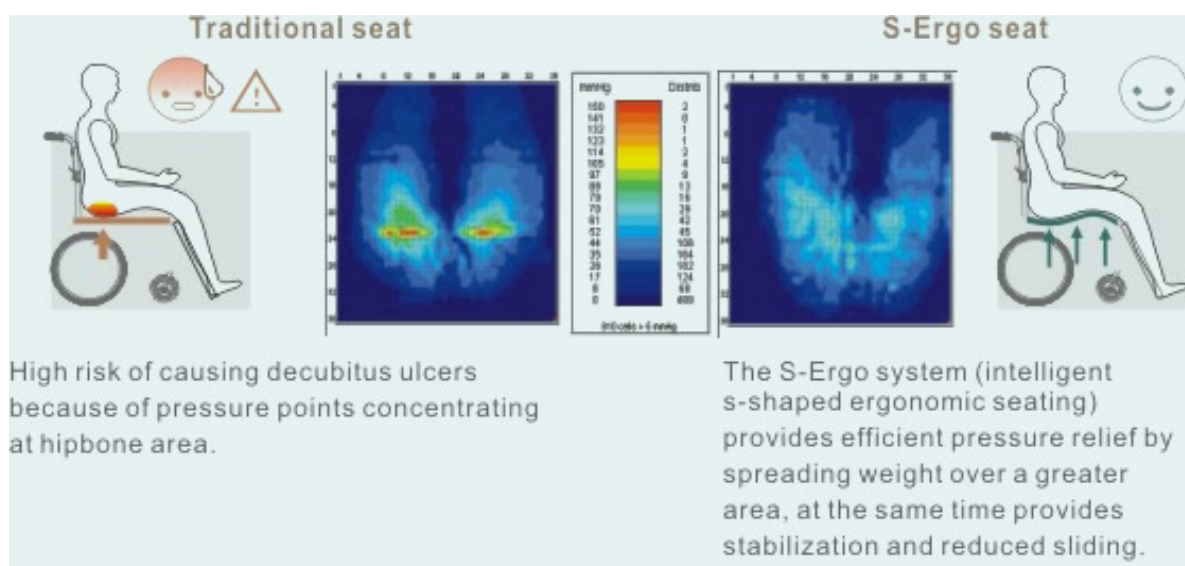
Příloha č. 7 – Rám konceptu

Příloha č. 8 – Rozměry konceptu

Příloha č. 9 – MKP Analýza

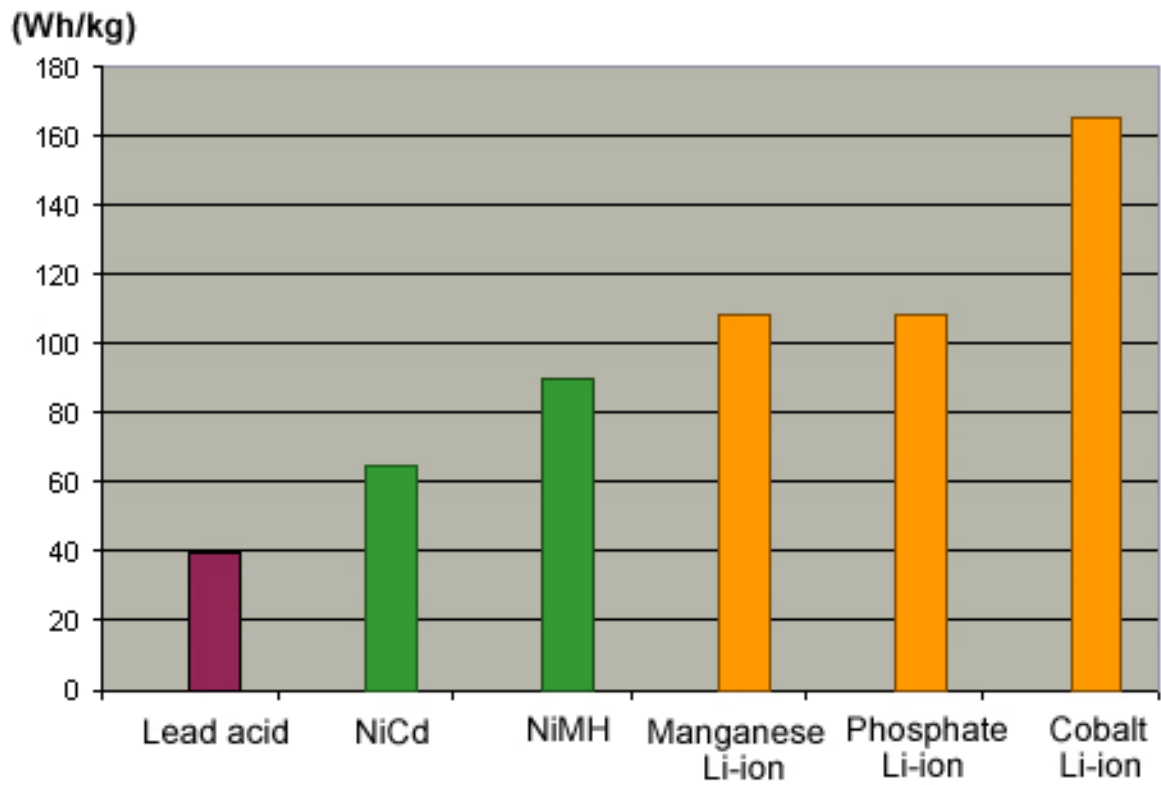
Příloha č. 10 – Vizualizace konceptu

Příloha č. 1 – Ilustrace sklonu sedáku



Obr. 10-1 ilustrace sklonu sedáku [16]

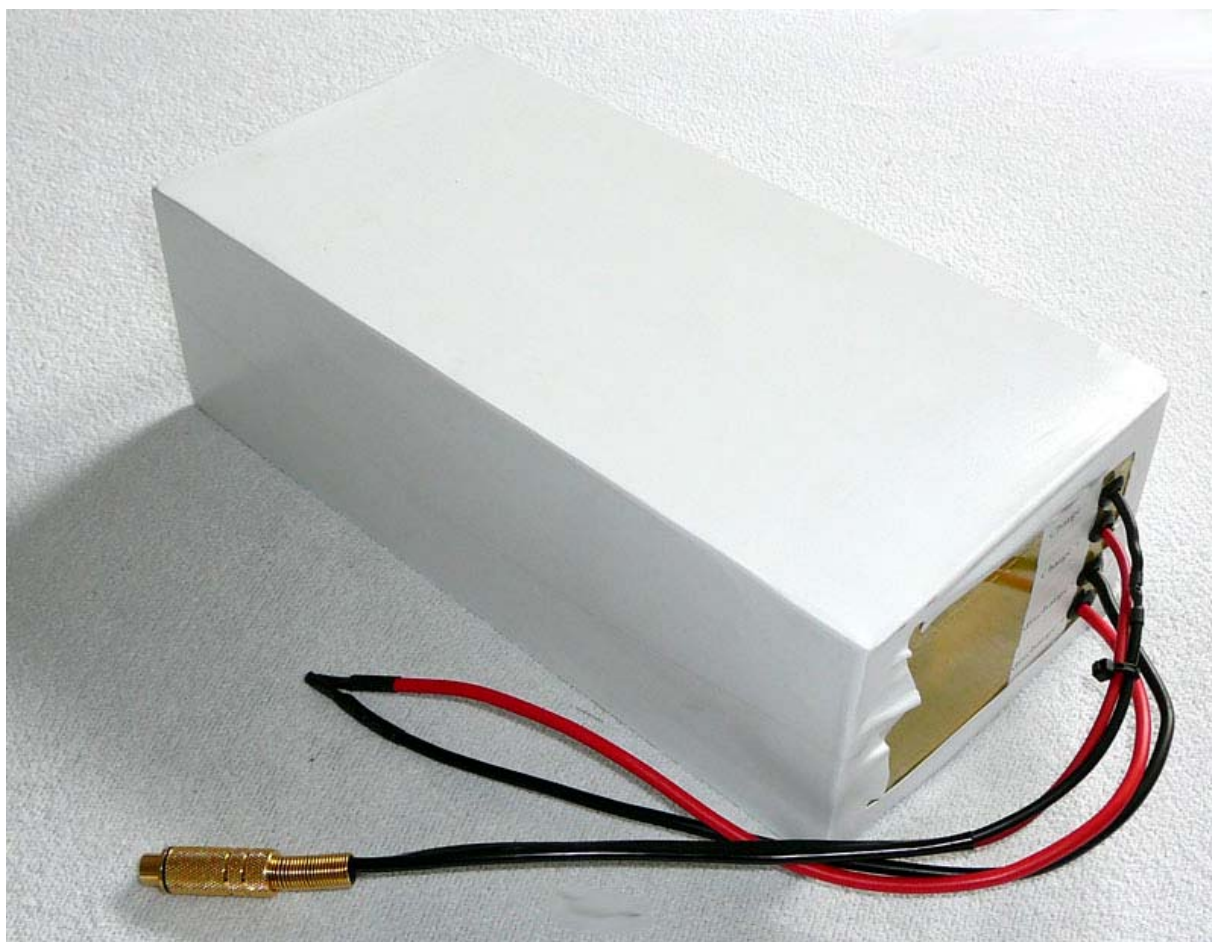
Příloha č. 2 – Porovnání typů akumulátorů



Obr. 10-2 Porovnání typů akumulátorů [34]

[34] LiFePo4 Batteries, [cit. 20.4.2012]
<http://www.metaefficient.com/rechargeable-batteries/innovative-lifepo4-batteries-electric-vehicles.html>

Příloha č. 3 – Baterie LiFePo4 48V 12Ah



Obr, 10-3 Vzhled LiFePo4 48V 12Ah [32]

[32] Akumulátor LiFePO4 48V, 12Ah [cit 16.4.2012]
<http://www.e-pohon.cz/e-pohon/eshop/4-1-Komponenty-na-e-bike/2-2-Li-ion-a-LiFePO4-akumulatory/5/109-Akumulator-LiFePO4-48V-12Ah>

Příloha č. 4 – Vývojové skicy



Obr. 10-4 vývojové skicy 1

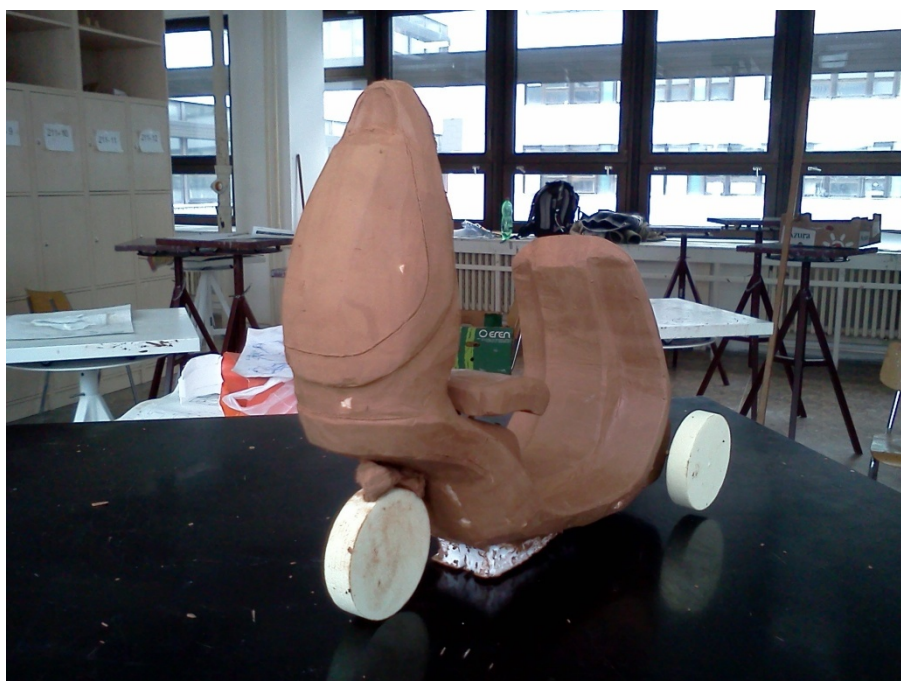


Obr. 10-5 vývojové skicy 2

Příloha č. 5 – Hliněný model



Obr. 10-6 Hliněný model 1

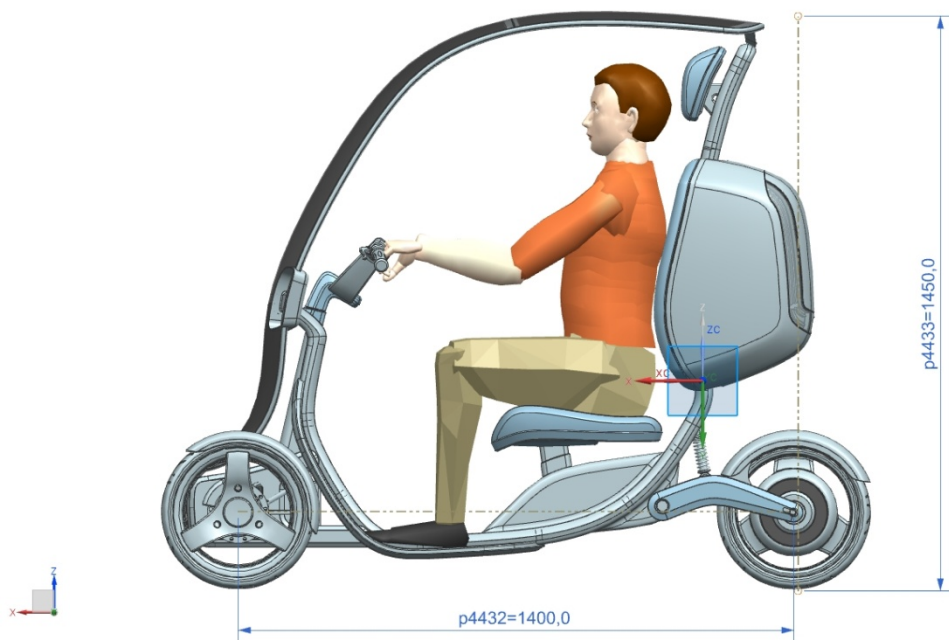


Obr. 10-7 hliněný model 2

Příloha č. 6 – Ergonomické schéma konceptu

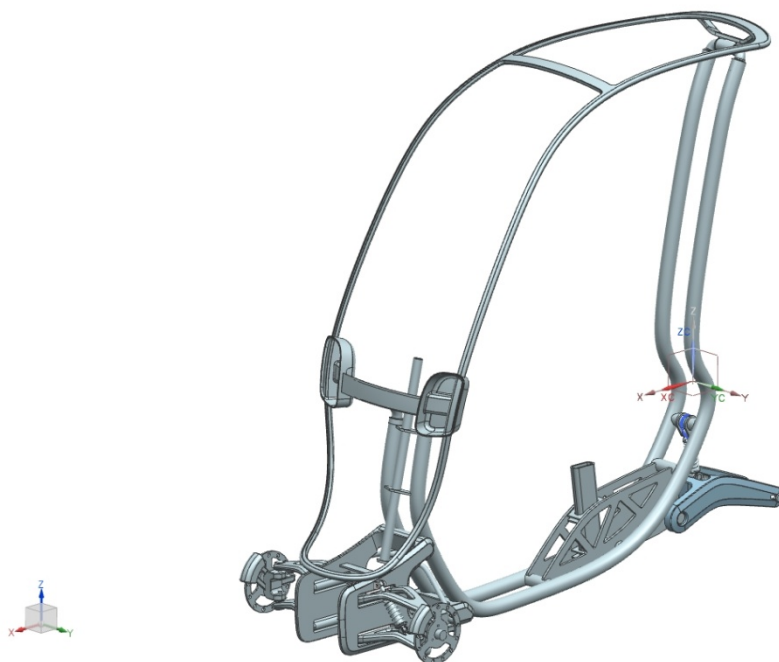


Obr. 10-8 ergonomický model 95% pop.

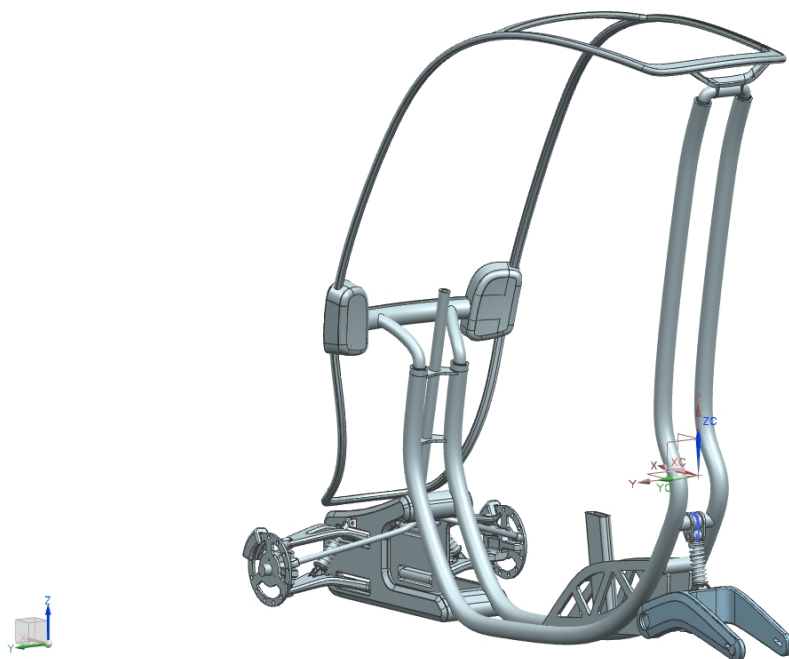


Obr. 10-9 ergonomický model 5% pop.

Příloha č. 7 – Rám konceptu

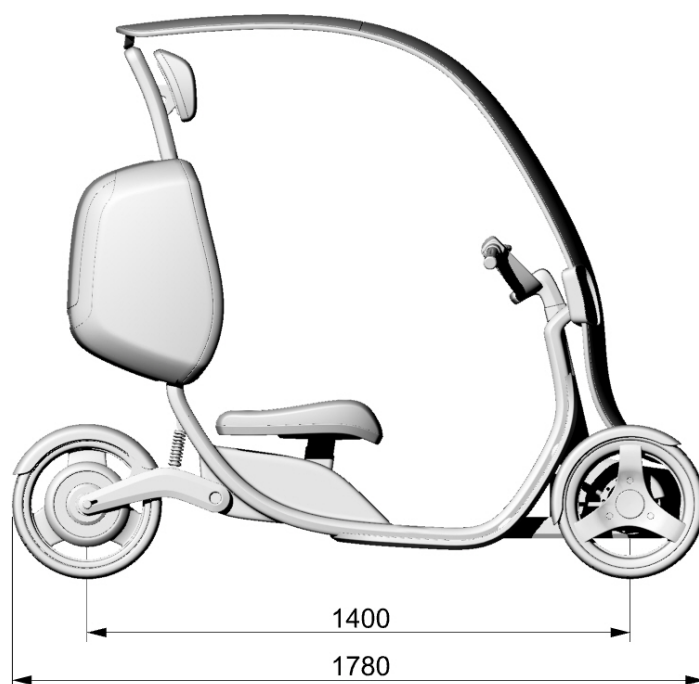


Obr. 10-10 rám vozidla 1

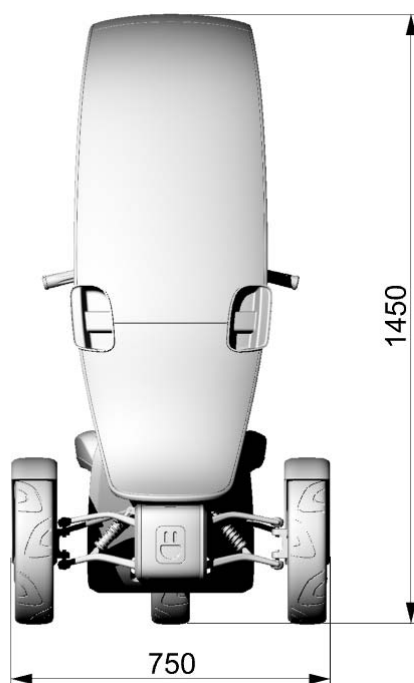


Obr. 10-11 rám vozidla 2

Příloha č. 8 – Rozměry konceptu

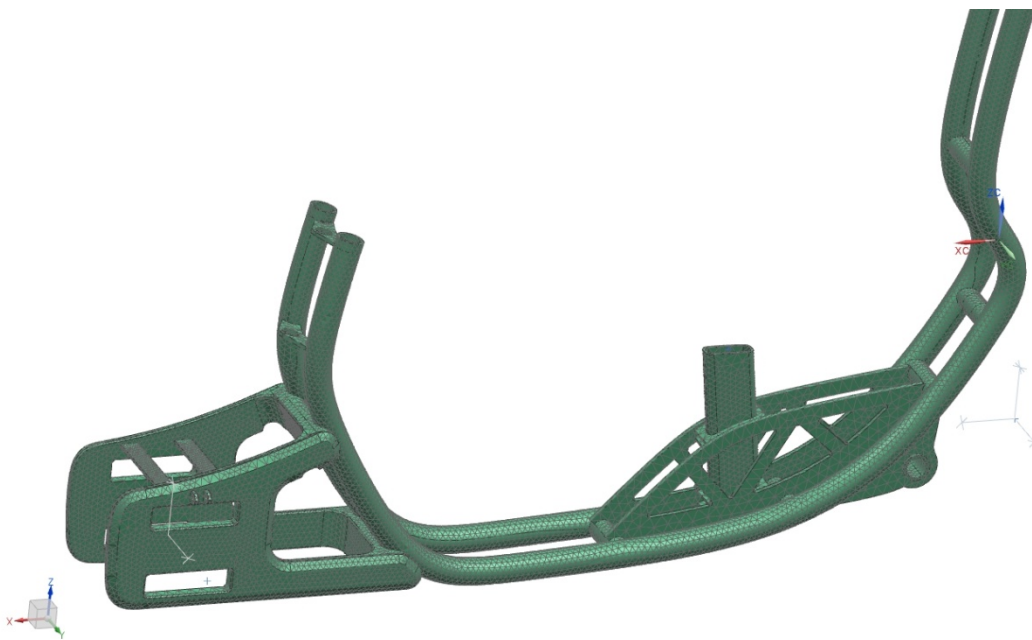


Obr. 10-12 rozměry vozidla 1



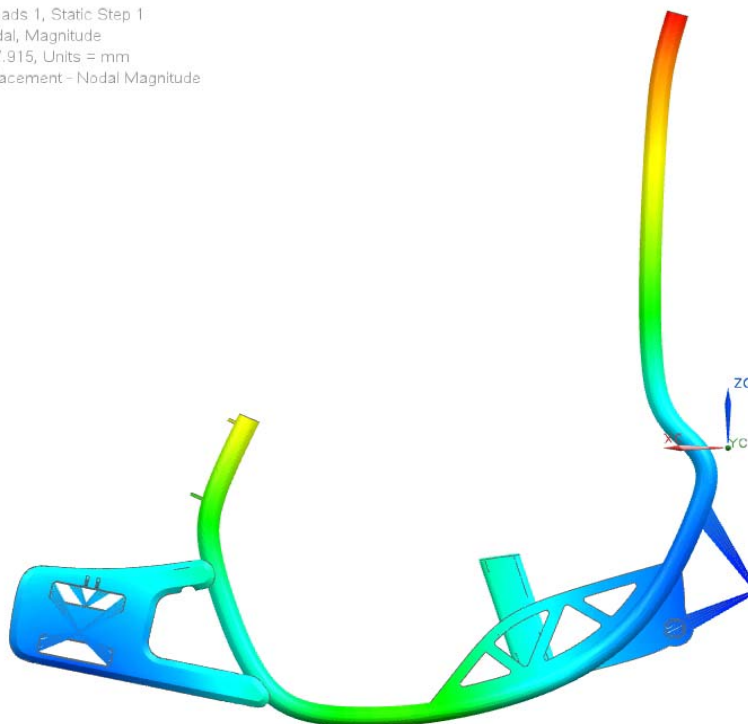
Obr.10-13 rozměry vozidla 2

Příloha č. 9 – MKP Analýza



Obr. 10-14 detail sítě

vstupni_sim1 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Displacement - Nodal, Magnitude
Min : 0.000, Max : 7.915, Units = mm
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Obr. 10-15 celková deformace

Příloha č. 10 – Vizualizace konceptu



Obr. 10-16 vizualizace konceptu 1



Obr. 10-17 vizualizace konceptu 2