

**Západočeská univerzita v Plzni
Ústav umění a designu**

Bakalářská práce

2013

Pavel Primas

**Západočeská univerzita v Plzni
Ústav umění a designu**

Bakalářská práce

**Návrh městského dopravního
prostředku**

Pavel Primas

Plzeň 2013

Západočeská univerzita v Plzni
Ústav umění a designu

Oddělení designu
Studijní program Design
Studijní obor Design

Bakalářská práce

Návrh městského dopravního prostředku

Pavel Primas

Vedoucí práce: doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.
Katedra konstruování strojů
Fakulta strojní
Západočeská univerzita v Plzni

Konzultant: MgA. Zdeněk Veverka
Oddělení výtvarného umění
Ústav umění a designu
Západočeská univerzita v Plzni

Plzeň 2013

PROHLÁŠENÍ O AUTORSTVÍ

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval samostatně a použil jen uvedené prameny a literatury.

V Plzeňi dne 15. dubna 2013

.....
Pavel Primas

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu své práce Doc. Ing. Martinu Hynkovi Ph.D. za náležité, odborné vedení mé bakalářské práce a za užitečné rady týkající se technického řešení této práce.

Poděkování patří také uměleckému konzultantovi MgA. Zdeňku Veverkovi za kvalitní rady a za způsob vedení při realizaci mého výtvarného návrhu.

OBSAH

1. MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE.....	1
2. TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY.....	2
3. CÍL PRÁCE.....	4
4. PROCES PŘÍPRAVY.....	5
4.1 Průzkum trhu.....	5
4.2 Historie designu jízdních kol.....	6
4.3 Současný design jízdních a městských kol.....	8
4.4 Kola navržená světovými automobilkami.....	11
4.5 Fáze navrhování.....	15
5. PROCES TVORBY.....	18
5.1 Příprava.....	18
5.2 Tvorba kol.....	18
5.3 Tvorba rámu a vidlice.....	19
5.4 Detaily.....	19
5.5 Barvy.....	20
6. TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA.....	22
6.1 Materiál.....	22
6.2 MKP výpočet.....	23
6.3 Výroba rámu kola.....	28
6.4 Pohon BionX.....	29
6.5 Bezdrátové nabíjení.....	30
7. POPIS DÍLA.....	32
8. PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR.....	34
9. SILNÉ STRÁNKY.....	35
10. SLABÉ STRÁNKY.....	36
11. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	37
12. RESUMÉ (EN).....	38
13. SEZNAM PŘÍLOH.....	39

1. MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE

Mám-li stručně shrnout mou tvorbu, musím se vrátit zpět do roku 2009, kdy jsem se před maturitou na Gymnáziu v Táboře rozhodoval, jestli budu studovat na umělecké škole. Nejsem jeden z těch, kteří mají svou jasnou, uměleckou vizi od raných let, a proto jsem si vybíral obor s praktičtějším zaměřením. Průmyslový design, jakožto technicko-umělecký obor tato kritéria zcela naplňoval.

Studium přináší člověku mnoho kladných, ale i záporných zkušeností. Mezi ty kladné bych zařadil velký informační přísun v zajímavých oblastech konstruování, navrhování, tvarování a v neposlední řadě osvojení moderních technik modelování a vizualizace v sofistikovaném softwaru. Avšak studium by mělo člověka posouvat, podněcovat jeho myšlenkový vývoj a oborově vyhraňovat, což je u průmyslového designu velmi obtížné. Technické a umělecké smýšlení je od samotného základu zcela odlišné. Proto je velmi důležité dbát na důkladné a efektivní skloubení těchto dvou celků, a na jeho kvalitním přenosu ke studentovi.

Vraťme se však k mé dosavadní tvorbě. Začneme u řešení semestrálních a klauzurních prací, na kterých jsem se zdokonaloval v tvarování, vyrábění, vizualizaci a prezentaci nejrůznějších produktů. Mezi nejzajímavější zařadím návrh automobilové svítilny, náramkových hodinek, vysavače či návrh flakónu pro vůni Ford, kde jsem se v soutěži umístil na třetím místě. V soutěži o návrh čistícího zařízení pro firmu Astos jsem ve spolupráci s fakultou strojní obsadil první místo.

2. TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY

Městský dopravní prostředek, tak zní název mé bakalářské práce. Na začátku všeho stála prvotní myšlenka, koncept ideálního zařízení sloužící k přesunu obyvatel přelidněných měst. Tato myšlenka postupně nabývala reálných rozměrů. Z rozsáhlých úvah a několika konzultací se jako nejefektivnější a nejideálnější varianta naskytlo prosté jízdní kolo. Tento prostředek, jak ho známe dnes, nás bez větších změn doprovází bezmála dvě století, avšak jeho primitivnější variace nás doprovází z dob již před naším letopočtem. Používání kola se rozšířilo celosvětově během několika dekad, dnes již není kout na zemi, kde by tento důmyslný vynález neznali. Masově je využíván napříč všemi kulturami, ale i všemi sociálními vrstvami. Kolo jako takové by mohlo sehrát důležitou roli v závažné otázce, kterou řeší čím dál více světových měst.

V posledních několika desetiletích se mnoho metropolí potýká s problematikou zvětšujícího znečištění ovzduší a s neustávajícím nárůstem automobilové dopravy, která nejenže zvětšuje znečišťování ovzduší města, ale výrazně přispívá k zvyšování hluku. K tomuto trendu přispěly v poslední době hlavně automobily typu SUV, které nelogicky zvolilo mnoho rodin jako ideální městský prostředek.

V asijských zemích tomuto trendu napomohl dynamický populační nárůst a vysoká zastaralost vozového parku.

Města, která se rozhodla tuto problematiku řešit, sází v boji

proti znečišťování na různé metody. Například Londýn či Berlín mají takzvané zelené zóny, do kterých mohou vjet pouze automobily, splňující předpisy ohledně spalování výfukových plynů. V dalších mnoha případech vsadila města v úmyslu zmenšit znečištění na využívání již zmíněných jízdních kol. Například Paříž má od roku 2007 k dispozici 16000 kol, která zčásti nahrazují integrovanou městskou dopravu. Kolo si můžete vypůjčit na jedné z mnoha stanic (asi 1200) a vrátit na kterékoliv jiné [1b]. To nakolik je tento model úspěšný potvrzuje i fakt, že jej postupně přejímají i další evropská města. Tento způsob částečně řeší již zmíněný problém znečištění, to však neznamená, že ho zcela eliminuje. Aby se stupeň znečištění, hluku a nebezpečí způsobený nadměrným využíváním osobních automobilů nadále nezvyšoval, je třeba jej řešit ruku v ruce s vývojem. A zde se dostáváme k samotné podstatě mé bakalářské práce.

3. CÍL PRÁCE

Cílem mé práce je návrh elektrického jízdního kola, které slouží k přepravování lidí v centru velkých měst. Tohoto cíle chci dosáhnout vytvořením nejen esteticky kvalitním a vysoce funkčním návrhem kola, ale popřípadě jej doplnit i o dodatečný návrh dokovacích stanic a alespoň z části načrtnout celkový systém vypůjčování, vracení a placení této služby.

Ideovým záměrem je přesvědčit k využívání těchto kol větší počet stálých obyvatel měst. Dnešní městská kola jsou spíše využívána turisty jako ideální dopravní prostředek pro pohyb po nejzazším centru a jeho památkách. Avšak u obyvatel velkých měst nejsou většinou tato kola nikterak atraktivní. Důvody jsou prosté, většina populace žijící v centru dojíždí za svou prací mimo srdce města. Je jasné, že na prostém kole je časově a fyzicky náročné tuto vzdálenost zdolat. Nabídnete-li však těmto lidem elektrické kolo, které jízdu několikrát zrychlí a ulehčí a navíc přidáte zásadní ekonomické výhody, musí se jednoznačně popularita této alternativy zvýšit.

4. PROCES PŘÍPRAVY

V této kapitole nastíním nezbytný proces předcházející tvorbu fyzického modelu. Proces přípravy by měl zahrnovat rešerši a následný postup při hledání tvarového řešení.

4.1 Průzkum trhu

Před navrhováním samotného designu je vhodné provést důkladnou rešerši vztahující se k danému produktu, avšak tento průzkum je třeba brát pouze z inspirativního hlediska. Je třeba si uvědomit, že veškeré užitkové produkty typu jízdní kolo atd. prochází dobovým vývojem. Jejich estetická podoba se mění, ale funkce většinou zůstává nepozměněna, až na drobné detaily. Na základě těchto změn, lze často vyčíst tendence vývoje daného produktu. Historie nám ukáže, jaké designové řešení bylo úspěšné a jaké nikoliv. Rešerše slouží jako rozcestník, kudy by se mohla naše práce ubírat. Tudíž je dobré vytvořit takovou rešerši, která dokáže zahrnout nejširší spektrum tvarových možností. A to jak již zmiňovanou historickou větev, přes obsáhlé současné dění, futuristické vize, filmové koncepty, návrhy studentů až po různé návrhy mimo oborových specialistů, v mém případě jde o návrhy kol od světových automobilek. V následujících řádcích bych rád uvedl stručnou historii jízdních kol, pár ukázek současného designu kol a nakonec designy kol od světových automobilek.

4.2 Historie designu jízdních kol

Obecně vzato nelze jednoznačně stanovit, kdo jízdní kolo vynalezl. Pověštinou je tento vynález přiřkládán italskému umělci a vynálezci Leonardu da Vinci. Avšak toto tvrzení vyvrátil fakt, že kresby dokládající tuto skutečnost jsou novější padělky. Jiné prameny tvrdí, že kolo představil údajný hrabě de Sivrac v Paříži v roce 1791, ale i toto tvrzení je mylné, jelikož žádný hrabě de Sivrac nikdy neexistoval. Pomineme-li další spekulace, můžeme za autora kola označit barona Karla von Draise. Po velkém úbytku koní, který byl zapříčiněn hladomorem z roku 1816, navrhl baron von Draise kolo, aby tím vyřešil problémy s dopravou (koně v té době sloužili jako hlavní dopravní prostředek). Kolo té doby bylo bez pedálů a fungovalo na základě odrážení se od země. V dalších několika dekádách se kolo prakticky neměnilo.

Až v roce 1867 na Pařížské mezinárodní výstavě předvedl Francouz Pierre Michaux kolo poháněné šlapáním skrze pedály, které byly pevně spojeny s předním, velikostně dominantním kolem. Velociped zaznamenal výrazný úspěch a dal vzniknout prvním cyklistickým spolkům. O dvacet let později byl velociped zbaven celogumových či dokonce dřevěných obehnutí kol, které nahradili nesrovnatelně pohodlnější pneumatiky vynálezce Johna Boyda Dunlopa.

Velikostní nadvláda předního kola skoncovala v roce 1895 s nástupem řetězového pohonu, který velikostní nesrovnalost obou kol pomalu smazával. Pár let na to vše doplnil vynález přehazovačky. Kolo se čím dál více stávalo společenskou konvencí

a jeho popularitu potvrzuje i valný zájem konstruktérů-amatérů z první poloviny 20. století. Jména jako Paul Charrel (Obr. 1), Jo Routens , Lionel Brans, Alex Singer a René Herse se proslavili estetickou a technickou kvalitou svých kol.



Obr. 1: Paul Charrel, AFA 1954¹

Po druhé světové válce byl trh s koly zaplaven novými mladými značkami, které chtěly přitáhnout klientelu svými extravagantními modely. A však přetrvaly jen ty značky, kde převládala jednoduchost výroby. (Obr. 2).

EMBACHER/COLLECTION/©



Obr. 2: Bob Jackson/ Superlegend²

V 60. letech s nástupem automobilů se začala kola

¹ <http://www.bikequarterly.com/images/CharrelFull800.jpg>

² http://www.embacher-collection.at/bilder-big/84_Bob-Jackson_295.jpg

transformovat a přizpůsobovat dobovým nárokům. A tak vznikali první skládací kola určená ke skládání do kufru automobilu.(Obr. 3). V těchto letech však dosáhl prodej a produkce kol bodu mrazu. V motorizované společnosti již nebylo kolo zapotřebí.



Obr. 3: Duemila³

Vše se však mělo změnit na začátku 70. let, kdy Gary Fisher upravil rámy kol Schwinn Cruiser z 30. let a dal tak vzniknout prvnímu horskému kolu. Čímž znovu nastartoval zájem a výrobu nových kol. V následujících letech se pojem kolo dostává do zcela nových estetických sfér. K tomu přispěly nové technologie zpracování a obrábění oceli. Rám kola už nadále nemusí být prostý svařenec ocelové kulatiny. Na scéně se objevují nové materiály jako je hliník, titan, plast či karbon. [1a]

4.3 Současný design jízdních a městských kol

V dnešní době je trh přeplněn různorodými druhy kol. V základu můžeme kola dělit podle funkce, konstrukce, pohonu či podle druhu využití. Obsáhnout veškerou paletu těchto kol by bylo

³ <http://www.foldingcyclist.com/Duemila-Italian-folding-bike.jpg>

nad rámec této práce, a proto se zaměřím pouze na kola typologicky blízká mému tématu. Proto se v následujících řádcích zaměřím především na kola městského typu, kola určená k půjčování v centrech měst a kola, která mne zaujala.

V první řadě uvedu dva velmi zdařilé návrhy kol. První je kolo Yooniq (Obr. 4) od stejnojmenné německé firmy. Kolo vyniká velmi příjemnými proporcemi, které jsou vypíchnuty barevně odlišenými detaily.



Obr. 4: Yooniq⁴

Kolo vyvinuté společností Pacific cycles přináší velmi neotřelý a inovativní způsob skládání rámu. To dosvědčuje i fakt, že i se svými 26. palcovými koly je možno jej uložit bez problému do malého automobilového kufru. Exkluzivitu kola IF Mode (Obr. 5) potvrzuje výhra ceny Eurobike v roce 2008.

⁴ <http://yooniq.eu/cz#top>



Obr. 5: IF Mode⁵

Nedílnou částí mé práce by měla být ukázka vybraných typů kol, která slouží v centrech světových měst jako ekvivalent městské dopravy. Tento typ kol pojí několik společných ukazatelů, jako je jednoduchost a prostost řešení. Důvod je jasný, systém půjčování a vracení zatím není tak dokonalý, aby uhlídal čtené krádeže a cílené poškozování těchto kol. Řešení tohoto problému vidím v rozšířeném využití moderních technologií, nebo v nastolení sofistikovanějšího platebního systému. Například kola by se kupovala na hodiny, ale pronajímala by se na několik měsíců a majitel by se o kolo staral jako o své. S tím rozdílem, že by mohl bezplatně využívat čtené dokovací stanice po městech. Ale nyní zpět k výběru jednotlivých designů kol. Nemá smysl zde představovat všechny modely kol využívané po celém světě, protože jak již bylo řečeno většina z nich se některak neliší od klasické kovové konstrukce Obr. 6. Za ukázkou alespoň stojí kolo (Obr. 7) od nejstarší francouzské společnosti Vélib. Francie má jako stát nejrozšířenější infrastrukturu půjčování kol, to dosvědčuje i velké množství společností, které se zabývají touto doménou např. Vélo´v, Bicloo či Vélib. Zajímavý systém bez pevných stanic, kdy uzamknete kolo na místě svého dojezdu,

⁵ <http://www.plunderguide.com/wp-content/uploads/2009/04/IF-Mode-folding-bike.jpg>

provozují Německé dráhy pod názvem Call a Bike. Nevýhodou je však hledání takto odložených kol. U nás najdeme pouze jedinou společnost starající se o půjčování městských kol a to docela mladou firmu Homeport, která však zatím nabízí pouze sedm stanic v lokalitě pražského Karlína.



Obr. 6: Homeport kolo pro Prahu⁶



Obr. 7: Pařížské kolo Vélib⁷

4.4 Kola navržená světovými automobilkami

Tuto kategorii jsem zde zařadil ze dvou důvodů. Prvním z nich je fakt, že jsem zprvu zamýšlel navrhovat skládací jízdní kolo určené pro určitý typ automobilu, z této varianty však po konzultacích sešlo.

⁶ <http://www.homeportbike.cz/karlin/pics/homeport-reklama.png>

⁷ <http://assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/velib2.jpg>

Druhý podstatnější důvod je ten, že většina automobilek nahlíží na design kol nekonvenčními způsoby. Automobilky se snaží, aby její kola byli exkluzivnější než klasická jízdní kola od tradičních výrobců. Vždy je vidět snaha o inovátorství, a to ve využívání nových materiálů, vkládání přidaných hodnot, v neotřelém designu, nebo v netradiční konstrukci. Je zvykem, že většina větších automobilek má speciální oddělení na vývoj těchto kol. Většina světových automobilek začala s vývojem kol ke konci dvacátého století, kdy se kola začala prodávat hlavně jako propagace značky, kola se až na použití kvalitnějších materiálů ničím nelišila od kol tehdejších výrobců. Postupem času však některé automobilky začaly smýšlet více vizionářsky, přidávaly do návrhů kol větší důvtip a začali se pomalu přiklánět k elektrokotlům. Pár ojedinělých návrhů kol, ať už realizovaných či pouze konceptů si ukážeme v následujících řádcích.

Asi nejdelší tradici ve výrobě jízdních kol má automobilka Ford. Její nejdiskutovanější prototyp, který představila světu na autosalonu ve Frankfurtu v roce 2011, nese jméno E-bike (Obr. 8). Jde o esteticky zajímavý model, který spolupracuje s chytrým telefonem. Bicykl má baterii ukrytou v rámu a pohon umístěný v předním kole. Řetěz kola je vyroben z uhlíkových vláken.



Obr. 8: Ford- E-bike⁸

Další z renomovaných výrobců, který přinesl kvalitní návrh kola je automobilka Audi. Kola jsou vyrobena z CFRP což je polymer vyztužený uhlíkovými vlákny. Celý rám je vyroben z karbonu a váží pouhých 1,6 kg a každý ráfek pouze 600g. Kolo má netradiční řešení polohování sedlovky. O zjemnění velmi dravých a ostrých tvarů rámu se stará led osvětlení. Takto je prezentováno elektro kolo E-tron (Obr. 9) od automobilky Audi.



Obr. 9: Audi- E-tron⁹

Velmi povedený koncept představila automobilka BMW k

⁸ http://media.ford.com/article_display.cfm?article_id=35270

⁹ <http://www.asphaltandrubber.com/bikes/audi-e-bike-worthersee/>

příležitosti Olympijských her v Londýně 2012. I Pedelec (Pedal Electric Cycle (Obr. 10) je elektrické kolo speciálně navržené pro jeho širokou flexibilitu. Skládací karbonový rám zaručí pohodlné uložení do kufru BMW i3, kde je možno dobít akumulátor. Ve složené poloze lze kolo nenáročně tlačit bez nutnosti obtížného přenášení. Akumulátor by měl být adaptivní pro běžnou elektrickou síť.



Obr. 10: BMW- I Pedelec¹⁰

Jako poslední z této kategorie si představíme kolo francouzské automobilky Peugeot. Není třeba připomínat, že tato společnost začala s výrobou kol mnohem dříve než s automobily a tradice produkce kol se stále udržuje. Tato společnost si drží svůj právoplatný díl především francouzského trhu s horskými a silničními koly. Automobilka Peugeot představila v roce 2012 světu velmi povedený koncept městského kola DL122 (Obr. 11), které ve svém návrhu snoubí použití hliníku, kůže a dřeva. Vše je dokonale natvarováno v harmonický celek. Nezanedbatelnou součástí návrhu kola je uzamykatelný úložný prostor pro laptop či dokumenty. Tento aspekt, kdy odpadá nutnost mít batoh při cestě do zaměstnání, by

¹⁰ http://media.dexigner.com/article/22604/BMW_i_Pedelec_03.jpg

mohl ovlivnit širokou skupinu eventuálních kupců.



Obr. 11: Peugeot- DL122¹¹

4.5. Fáze navrhování

Po důkladném provedení rešerše je třeba sjednotit nabyté vědomosti a stanovit si jasný cíl naší práce. Díky kvalitní rešerši zjistíme čím obohatit dané téma, nebo naopak jaké cestě se raději vyhnout. Jakmile je ideová fáze ukončena je třeba začít se samotným přenosem vize do reality.

Nejefektivnější způsob hledání tvarových variant je klasické skicování. Tato fáze zabere velké množství času, ale není radno ji zanedbat. Skicování by mělo být intuitivní a přirozené. V mém případě je však třeba dodržovat jistá technická kritéria pro jízdní kolo. Z toho důvodu jsem vytvořil velmi jednoduchý schematický nákres jízdního kola. Tento nákres obsahuje pouhý náčrt rozestoupení kol, sedačky a řídítek vše je v geometricky přesné poloze. Do takto předpřipraveného nákresu jsem skicoval různá

¹¹ <http://bicycledesign.net/wp-content/uploads/2012/03/dl122peugeot01.jpg>

řešení rámu kola. Skicování hraje velmi důležitou roli při konzultacích, protože dostatečně prezentuje vaši ideu, a je pak velmi jednoduché zkonzultovaný problém přeskicovat.

Zprvu jsem se zabýval celkovou stavbou kola. Skicoval jsem kola s různou velikostí ráfku a s rozdílnou geometrií rámu. Po načrtnutí několika variant jsme opustili od řešení kola s velikostí ráfku 27 a 22 palců a vydali jsme se střední cestou. Výběr kola s velikostí ráfku 24 palců má však hlubší opodstatnění. Jak dokazuje rešerše, tato velikost je ideální pro řešení kola městského typu. Větší velikosti ráfků se spíše hodí pro kola silniční či závodní. Naopak menší velikosti ráfků pro kola skládací.

Po nalezení ideální velikosti a proporcí kola jsem započal skicovat geometrii rámu. Vždy jsem se snažil volit esteticky vhodný tvar, který však respektuje jistá technická kritéria. Jako například jednoduchost výroby, bezpečnost a funkčnost. Nakonec byl vybrán technicky jednoduchý rám složený ze dvou celků, mezi které je vložena baterie k pohonu.

V závěrečné fázi skicování jsem se zaměřil na jednotlivé detaily. Nejsložitější bylo najít ideální výplň kol, řešili jsme, zda použít klasický výplet či navrhnout speciální tvar loukotí, harmonicky laděný k celému kolu. Po výplni následovala řídítka a stojan sloužící k uchycení kola. Řídítka byla řešena tak, aby v nich byla nenápadně umístěna řídicí jednotka elektropohonu. Stojan kola byl natvarován a navrhnout tak, aby plně respektoval a doplňoval tvar rámu kola, a aby po odložení kola do stojanu došlo k samočinnému uzamčení kola a k automatickému dobíjení baterie.

Již během skicování jsem začal postupně vypracovávat

počítačový model kola. Pro jeho tvorbu jsem vybral software Rhinoceros 4. od firmy Robert McNeel & Associates. Tento velmi univerzální program jsem si oblíbil pro jeho jednoduchost a příjemné uživatelské rozhraní. Program funguje na takzvaném NURBS modelování, které nabízí velmi schůdnou alternativu mezi sofistikovanými, konstrukčně přesnými CAD programy a mezi programy využívající metodu polygonů. Metoda polygonů umožňuje velmi snadné docílení kvalitních, pestrých tvarů, avšak nelze ji efektivně používat pro tvorbu rozměrově přesných ploch. Tvorba 3D modelu je zásadní pro další postup práce, proto by měl být model co nejpreciznější. Máme-li kvalitně vypracovaný model, můžeme jej dále použít pro vytvoření technických výkresů, které nám velmi usnadní následnou tvorbu fyzického modelu. Dobře zvládnutý 3D model je taktéž předpokladem pro potřebnou vizualizaci naší práce.

Pro tvorbu vizuálu používám renderovací program V-ray a program KeyShot. Druhý jmenovaný nabízí jednodušší nastavení a ulehčuje práci takzvaným real-time renderingem, který nám nabízí neustálý přehled nad výsledným snímkem. Program V-ray však dovoluje větší možnost nastavení světla a vlastností materiálů. Chceme-li vytvořenému snímku dodat realističtější vzhled, je možné jej dále upravit v grafickém programu. Pro tyto účely používám program Adobe Photoshop CS5.

5. PROCES TVORBY

V této kapitole nastíním techniku výroby prezentačního modelu. Stručně popíši použité materiály a nástroje.

5.1 Příprava

Před samotnou výrobou fyzického modelu, je potřebné si ujasnit několik důležitých bodů. První z nich je zvolení takového měřítko, které bude v dostatečné kvalitě prezentovat potřebné detaily návrhu. S výběrem ideálního měřítko se pojí i bod druhý, což je zvolení odpovídajícího materiálů pro výrobu modelu v daném měřítku. Pro můj model jsem si vybral měřítko 1:3. Poslední bod je zamyšlení se nad samotným postupem práce. Je důležité si předem uvědomit, jaké části modelu vyrobíme ručně, kde použijeme frézu či 3D tisk. Jaký materiál zvolit na danou část. Je vhodné zkonzultovat postup naší práce pro eliminaci nežádoucích chyb.

5.2 Tvorba kol

Svou práci jsem začal výrobou kol. Z 3D modelu jsem si vytiskl přesný výkres loukoťového výpletu a vše doplnil o potřebné rozměry. Duši a ráfky jsem vysoustružil z tvrzené polyuretanové pěny. Loukotě jsem pomocí řezáku na plast vyřízl z lisovaného, deskového polystyrenu. Vše jsem slepil vteřinovým lepidlem a nerovnosti zatmelil dvousložkovým stěrkovacím tmelem od firmy Polytmel. Pro dosažení kvalitnějšího povrchu jsem vše přebrousil a

znovu zatmelil plničem ve spreji. Tento proces se opakuje do dosažení kýžené kvality povrchu.

5.3 Tvorba rámu a vidlice

Pro výrobu hlavního rámu jsem zvolil nejhustší polyuretanovou pěnu, která vyniká větší pevností. Polotovar jsem vyřízl na pásové pile a ručně dobrousil podle vytvořeného nákresu. Do zhotoveného rámu jsem předvrtal potřebné otvory pro upnutí přední vidlice, sedačky a šlappek. Zadní vidlice je modelována z deskového polystyrenu, který jsem tvaroval pomocí kopyta a horkovzdušné pistole. Rám a zadní vidlici jsem slepil a zatmelil.

Přední vidlice byla taktéž vyrobena z lisovaného, deskového polystyrenu. Symetricky jsem vyrobil každou nohu vidlice zvlášť, a následně je spojil a opatřil středovou trubkou z eloxovaného hliníku. Tato středová trubka prochází předvrtaným otvorem v hlavním rámu a plynule přechází v představec na řídítka.

5.4 Detaily

V této podkapitole stručně doplním postup výroby jednotlivých detailů.

Jako první jsem začal vyrábět pedály. Jsou vyříznuty z polystyrenových desek. Do žeber pedálů byla předvrtána díra pro zavedení otočné hřídelky. Klika je vybroušena a ohýbána z tvrzeného PS.

Sedačka kola je vybroušena z polyuretanu a doplněna o

plastové detaily. Konstrukce sedačky je ohýbána z ocelového drátu a z eloxovaného hliníku.

Řídítka byla takéž ohnuta z eloxovaného hliníku hořáku a předpřipraveného kopyta. Řídítka jsem doplnil o gripy a brzdy.

Model baterie je vytvořen kombinací plastu a polyuretanu.

5.5 Barvy

Barvení hotového modelu uvedu jako samostatnou podkapitolu, jelikož to shledávám stejně důležité a pracné jako samotné zhotovení modelu. Aby model co nejlépe reflektoval realitu, je velmi důležité dbát, na správný postup barvení. Chceme-li na polyuretanu dosáhnout velmi lesklého povrchu, nikdy se nám to nepovede, nenanášíme-li vhodnou barvu na perfektně hladký povrch. Chceme-li naopak docílit povrchu, který napodobuje určitou texturu (guma, látka) postačí nanášet barvu na neupravovaný povrch.

Pro úpravu povrchu je vhodné použít stěrkovací tmel, či tmel ve spreji. Používáme-li tmel ve spreji, je vhodné zde více zainvestovat a pořídit si plnič od firmy Motip. Takto opatřený povrch se dá posléze zkvalitnit velmi jemným brusným papírem. Použijeme-li brusný papír o zrnitosti 300 a výše, máme zaručený kvalitní lesklý povrch modelu.

Příprava povrchu před barvením a samotný proces barvení jsou velmi náročné na čas a neměly by se uspěchat. Barva by měla být vždy nanášena na dokonale proschlý povrch. Není-li tomu tak, je možné že dojde k jejímu popraskání.

Na můj model jsem zvolil šedou barvu v kombinaci se zářivě žlutou. Obě dvě barvy jsou od firmy Tech Solution. Tuto značku jsem si oblíbil pro její ideální hustotu a dobu schnutí jednotlivých laků.

6. TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA

V této kapitole popíšu volbu materiálu určeného pro rám kola. V dalším kroku provedu pevnostní kontrolu tohoto rámu pomocí počítačového výpočtáře. V dalších bodech navrhnu výrobu rámu a nastíním vlastnosti elektrického pohonu.

6.1 Materiál

Již při samotném navrhování je třeba uvažovat nad volbou materiálu, který bude svými mechanickými vlastnostmi neoptimálnější pro naši konstrukci. Musíme zvážit, jakému zatížení bude rám kola odolávat, jakým podmínkám bude vystaven a jaká by měla být optimální relace mezi tuhostí, pevností, cenou a hmotností.

Na výběr máme široké spektrum materiálů. Ocel a její slitiny patřily mezi nepoužívanější materiál k výrobě rámu kol. Ocel vyniká výbornou pevností, tuhostí a pořizovací cenou. Negativní vlastnosti jsou hmotnost a vysoký sklon ke korozi. Z těchto kritérií lze vyvodit, že vzhledem k velikosti a proporcím rámu není ocel ideálním materiálem pro její vysokou hmotnost.

V současné době patří mezi nejpoužívanější materiál k výrobě kol hliník a hliníkové slitiny. Hliník je oproti oceli méně tuhý a pevný. Je však znatelně lehčí, korozivzdorný a co je podstatné, je snáze obrobitelný a vhodný pro výrobu neobvyklých tvarů. Tento fakt je pro mne rozhodující. Další materiály jako karbon či titan neberu v úvahu pro jejich vysokou pořizovací cenu. [2a]

Pro navržený rám budu tedy vybírat ze slitin hliníku. Mezi

nejpoužívanější patří slitiny s označením 6061, 7005 a 7020.

Pro obstojné mechanické vlastnosti zvolím slitinu hliníku s označením AW 6061-T6 s hutním označením AlMg1SiCu. Tato slitina má maximální dovolené napětí v tahu 310 Mpa, maximální dovolené napětí ve smyku je 205 Mpa, Pevnost podle Brinella je 90-100 a modul pružnosti je 69 Gpa. Může být tvářena za studena. Má výbornou odolnost proti korodování a výborně se svařuje. Je však nutná dodatečná, speciální, tepelná úprava, jinak dojde k porušení v místě spoje. Této úpravě odpovídá označení T6. Celý rám se zahřeje na teplotu 450 stupňů Celsia po dobu jedné hodiny. Poté se rychle schladí, a znovu zahřeje na teplotu 140 stupňů Celsia po dobu třiceti minut. [2b], [3a]

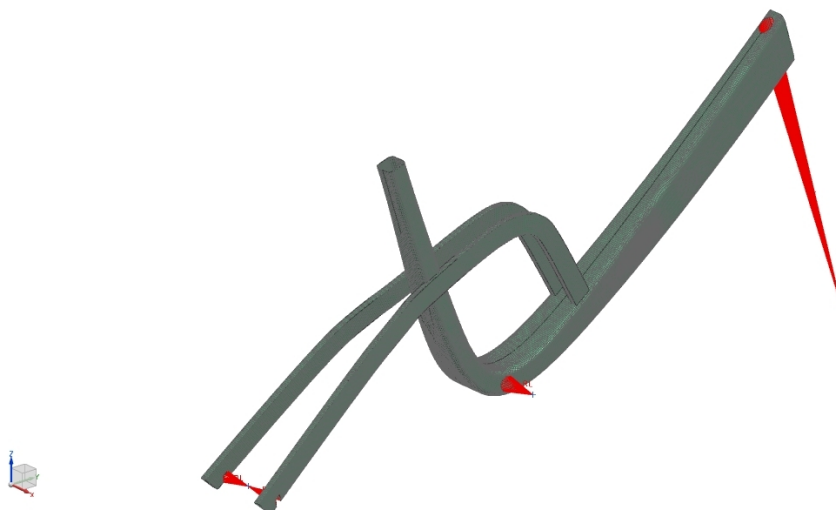
6.2 MKP výpočet

Pevnostní kontrola slouží k tomu, abychom se ujistili, že námi navržený rám bude bezpečný a nedojde k jeho porušení.

Tento pevnostní výpočet provedu pomocí sofistikovaného softwaru NX 7.5 od firmy Siemens. Tento program funguje na metodě konečných prvků (MKP). Zjednodušeně jde o diskretizaci modelu na konečné množství malých elementů, kterým se doplní fyzikální vlastnosti a okrajové podmínky. Po takto připraveném modelu proběhne náročný výpočet rozsáhlé matice a vykreslení či vypsání výsledků.

Rám jsem vymodeloval v programu Rhinoceros a posléze exportoval do NX. Rám kola musí být vymodelován opravdu pečlivě, aby byl převeden do NX co nejkvalitněji.

K nasíťování rámu jsem použil takzvané 2D prvky. Použil jsem lichoběžníkové prvky bez meziuzlů. Pro lepší výsledky je nutné přidat pomocné prvky, které simulují uložení rámu Obr 12, červené prvky.



Obr. 12: Síť a pomocné prvky¹²

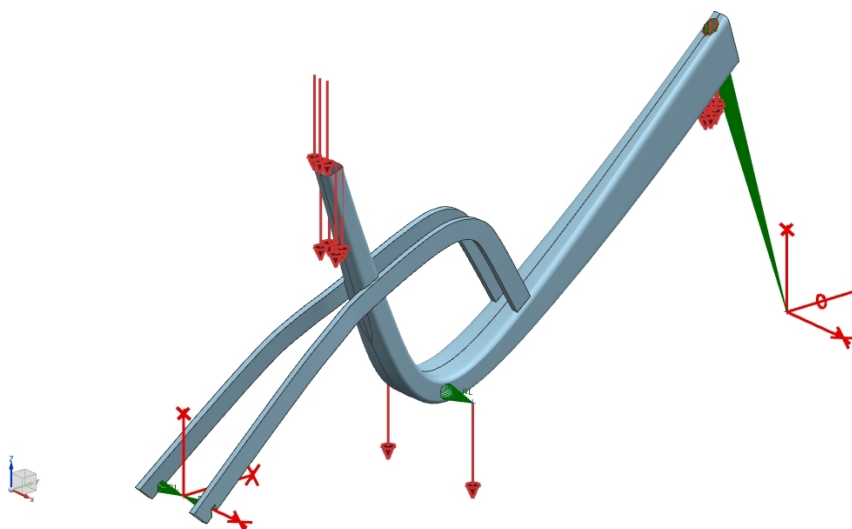
Jsme-li spokojeni s nasíťováním, musíme 2D prvkům dodat fyzikální a mechanické vlastnosti. V mém případě jsem použil Vlastnosti Hliníkové slitiny 6061 (kapitola 6.1) a zvolil jsem tloušťku stěny 3 mm.

Po vytvoření ideálního testovacího modelu přepneme do nabídky simulace, kde je nutno zadat odpovídající okrajové podmínky. Model budeme řešit tak, jako bychom upnuli rám v osičkách předního a zadního kola. Pro přední kolo zakážeme pohyb v ose x, z a rotaci kolem osy y. U zadního kola zakážeme posuv ve všech směrech a taktéž rotaci kolem osy y.

Další krok je zadání sil působících na rám kola. Síly rozložíme tak, aby co nejlépe simulovaly zatížení při jízdě na kole v sedě, která

¹² Archiv autora

je pro tento typ kola nejčastější. Hlavní síla o velikosti 600 N je v místě sedačky, v místě řídítek je síla o velikosti 200 N a v místě pedálů je nejmenší síla o velikosti 150 N. Rozmístění všech okrajových podmínek je na Obr. 13.



Obr. 13: Okrajové podmínky¹³

Máme-li vše správně zadáno, můžeme spustit řešič a počkat na kýžené výsledky.

Výsledky analýz numericky:

maximální deformace: 3,0278 mm (obr. 14)

maximální napětí: 109,08 Mpa (obr.

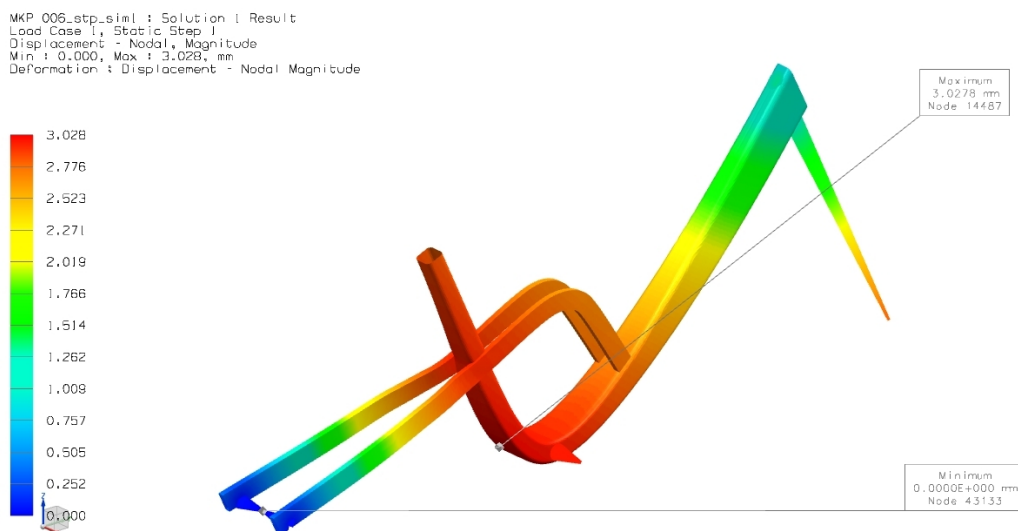
15,16)

reakce zadní vidlice: 570,7 N (obr. 17)

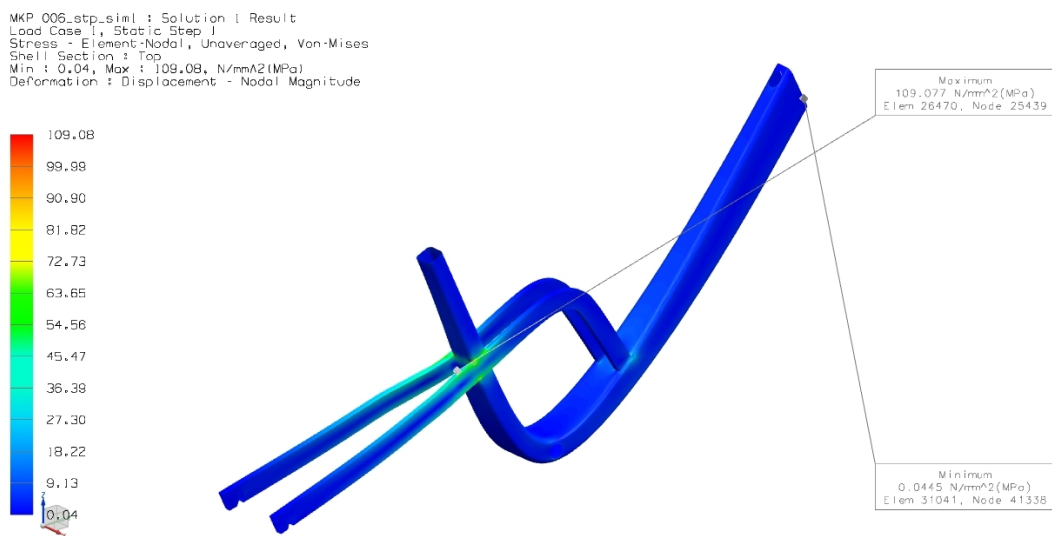
reakce přední vidlice. 379,3 N (obr. 17)

¹³ Archiv autora

Grafické zobrazení nejdůležitějších výsledků analýz představím na Obrázcích 14, 15, 16, 17.



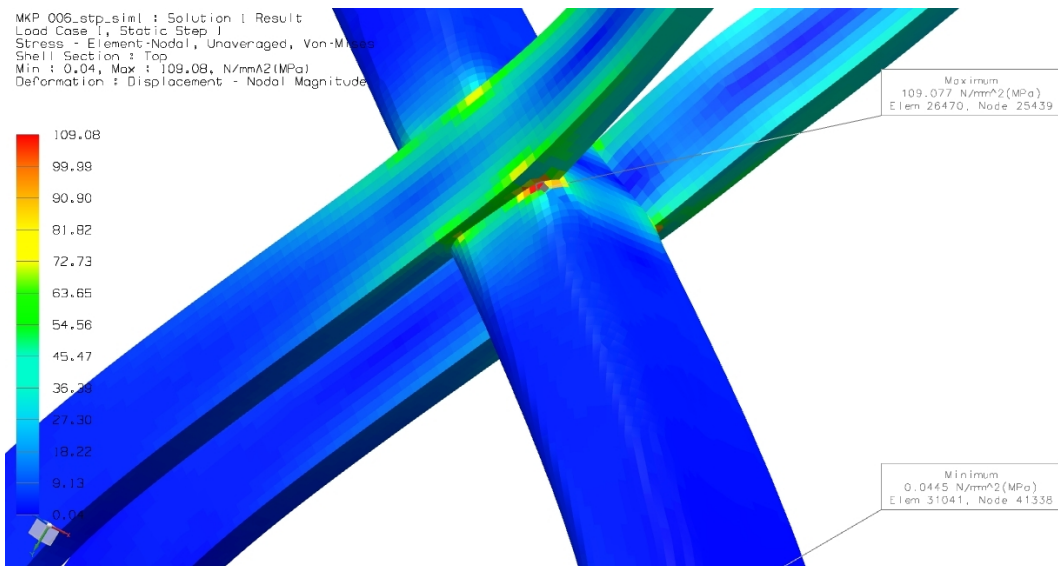
Obr. 14: Celkové deformace ve všech směrech v mm.¹⁴



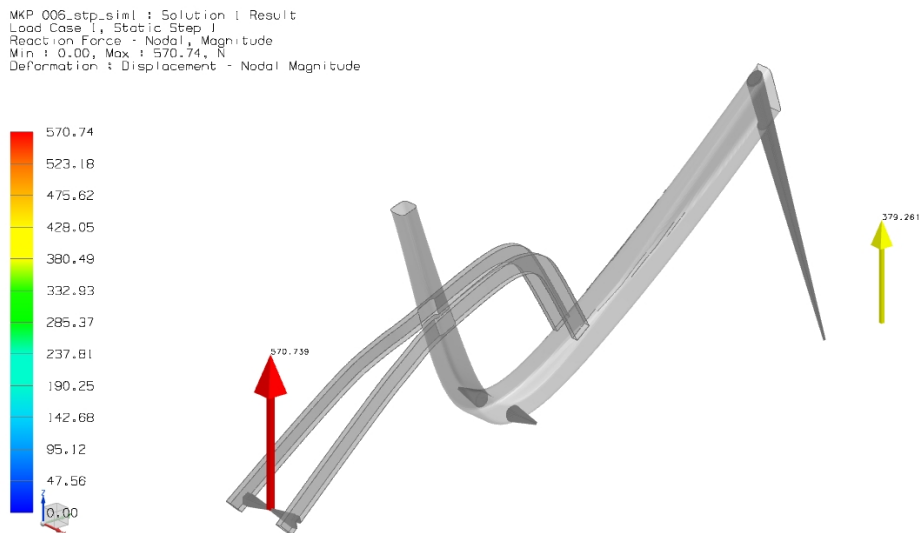
Obr. 15: Napětí metodou HMM v Mpa.¹⁵

¹⁴ Archiv autora

¹⁵ Archiv autora



Obr. 16: Detail na místo s největším napětím v Mpa.¹⁶



Obr. 17: Obecné reakce v N.¹⁷

Vyhodnocení výsledků:

Z uvedených výsledků lze stanovit jasná východiska. Maximální deformace rámu kola je při zatížení 95 Kg pouze 3 mm.

¹⁶ Archiv autora

¹⁷ Archiv autora

Dovolená pružnost slitiny 6061 činní 9 mm na 50mm vzorku. [3a]

Maximální napětí vyšlo na 109 MPa. Tato hodnota taktéž nepřekračuje dovolenou mez napětí v tahu ani ve smyku. Největší napětí je ve spoji mezi hlavním rámem a zadní vidlicí (Obr. 16). Tento výsledek se dal předpokládat, jelikož zde dochází ke smyku a spoj je navíc svařován. Zde by bylo možně přidat na síle stěny. Za daných podmínek však dimenzování není potřebné.

Reakce nám jen zobrazují jaká vidlice je při jízdě v sedě více namáhána.

Z uvedených výsledků můžeme konstatovat, že navržený rám zcela vyhovuje pevnostním podmínkám.

6.3 Výroba rámu kola

Nyní se pokusím popsat způsob výroby mnou navrženého rámu. Jelikož se jedná o poměrně složitý tvar (v průběhu rámu se odehrává přechod mezi třemi různými profily) je třeba využít sofistikovanější metodu tváření. Výroba by byla rozdělena na dva kroky. V prvním kroku by byl ohnut čtvercový profil do požadovaného tvaru. V druhém kroku by byl vložen do formy a pomocí hydroformingu natvarován do finální podoby. V následujících řádcích se pokusím tento krok více rozebrat.

Hydroforming je cenově přijatelný způsob tvarování kujných kovů, jako je hliník, mosaz, nízkolegovaná ocel a nerezová ocel. Jedno z největších odvětví, kde se používá hydroforming je automobilový průmysl, který jej využívá pro snadnější docílení složitých, pevnějších a lehčích obecných tvarů. Tato technika je

zvláště oblíbená u vývojářů sportovních automobilů, v poslední době však stále častěji bývá využívána na tváření hliníkových trubek pro rámy jízdních kol.

Hydroforming patří mezi speciální druhy zápusťkového tváření. Proces tváření hydroformingem probíhá za vysokých tlaků vody či oleje, který je tlačěn do negativní formy. Ve formě se nachází polotovar, jenž je tlakem kapaliny tlačěn na stěny této formy, čímž dochází k jeho natvarování. Hydroforming umožňuje vyrobit tvary, které se dříve vyrobit vůbec nedaly, nebo jejich výroba byla velmi nákladná. Pomocí této metody můžeme vesměs natvarovat všechny materiály, které lze tvářet za studena.

6.4 Pohon BionX

Elektro sada nadějně, kanadské společnosti BionX dokáže proměnit každé obyčejné jízdní kolo na elektro kolo. Princip je velmi jednoduchý. Na osu zadního kola se namontuje pohonná jednotka a do ráfku se upne klasickým výpletem. Baterie Li-ion od firem sony a Samsung se namontuje na rám či na zadní nosič. A celek dotváří kontrolní zařízení upevňující se na řídítka. Vše je optimalizováno pro co největší velikostní sortu rámu a ráfků kol. Ojedinělost celého systému však spočívá v důmyslném nakládání s elektrickou energií. Zařízení nejen že zvládá rekuperaci, ale dokáže snímat vaší aktivitu a podle ní regulovat potřebný výkon. Firma nabízí šest různých variant tohoto systému, tři varianty jsou určeny k uchycení na rám kola a tři varianty pro uložení na nosič. Každá z těchto tří variant kombinuje vztahy cena, výkon, váha a celkový dojezd.

Nejvýkonnější sestava má dojez až 105 Km (Obr. 18)



Obr. 18: Sestava BionX¹⁸

Firma BionX již dodává svůj systém pro mnoho světových výrobců kol například Trek, Wheeler, KTM či Matra. Avšak zde panuje jistý nonsens. Firma BionX dodává těmto výrobcům svůj produkt vždy v unifikované podobě. Což z mého pohledu činí finální produkt neatraktivním. Na rozdíl od produktů firem, které se zabývají přímo výrobou elektro kol. Řešení tohoto problému vidím ve větší spolupráci firmy BionX se samotnými výrobci kol. Na této úvaze zčásti zakládám design mého elektro kola. Jednoduchými designovými úpravami jednotlivých dílů systému BionX a jejich odpovídajícím začleněním do estetického konceptu konečného produktu lze dosáhnout mnohem atraktivnějšího vzhledu a zvýšení praktičnosti nežli pouhým propojením dvou nesourodých celků. [3b]

6.5 Bezdrátové nabíjení

Kolo je navrženo tak, aby po odložení do stojanu došlo k samovolnému dobíjení baterie. K tomu dojde pomocí takzvané

¹⁸ <http://www.bionxinternational.com/bionx-international-north-america/products/bike-retrofit-systems/premium-series/>

elektromagnetické indukce.

Dobíjení pomocí elektromagnetické indukce je poměrně nový princip, který se již užívá u drobné elektroniky. V dnešní době však běží výzkum pro uvedení této technologie do širších odvětví. Princip bazíruje na skutečnosti, že k přenosu elektřiny mezi dvěma cívkami, které tento transfer zprostředkovávají, není potřeba přímý dotek dvou vodičů. V mém případě je první cívka umístěna v hlavě stojanu a druhá na konci rámu kola, který doléhá těsně ke stojanu. Viz. Obr. 19. Jelikož je mezi těmito cívkami krátká vzdálenost a jsou odděleny tenkým plastem. Mohla by být tato metoda vcelku efektivní.



Obr. 19:rozmístění cívek, které zprostředkovávají indukční dobíjení¹⁹

Hlavní výhodou tohoto dobíjení je skutečnost, že nemůže dojít ke zkorodování vodičů, jelikož jsou všechny zabudovány vně konstrukce.

¹⁹ Archiv autora

7. POPIS DÍLA

Tato kapitola bude věnována popisu vzhledu a funkce elektrického kola. (Obr. 20)

Kolo je navrženo tak, aby hlavní dominantou byl hliníkový rám. Rám je tvořen základní částí, která kopíruje písmeno J a zadní vidlicí, která je na základní rám navařena v zrcadlové poloze. Tímto spojením vznikl prostor, ve kterém je zapuštěna vyjímatelná baterie. Baterie je však zamykatelná, aby nedocházelo k jejímu odcizování. Rám je velmi masivní, aby byla zaručena jeho nosnost a životnost. V části, kde rám přesahuje přední vidlici, je umístěna plastová krytka. Za touto krytkou se nachází cívka, která se po odložení kola do stojanu dostane k těsné blízkosti cívky uložené ve stojanu, a začne automaticky dobíjet baterii pomocí elektromagnetické indukce. Kolo se uchycuje do stojanu právě v části, kde končí rám. Rám spolu se stojanem tvoří harmonický celek. Jak na rámu, tak na stojanu je použito stejných materiálů, barev a tvarových momentů.

Dvaceti čtyř palcová kola nemají klasický výplet, nosný prvek zde plní takzvané loukotě. Na ose zadního kola je umístěn kotoučový, hlavní pohon, který vizuálně přechází ve zmiňované loukotě.

Široká, vlašťovkovitě zahnutá řídítka jsou napevno spojeny s představcem. V této části je umístěn plastový kryt, který objímá řídítka s představcem, a v němž je umístěn kontrolní panel pro správu elektropohonu.

Barevně je kolo řešeno velmi prostě. Rám a hliníkové části jsou pouze vyleštěny či eloxovány. Baterie, plastové a funkční prvky

jsou obarveny do výrazně žluté barvy. Kolo je doplněno o grafiku.



Obr. 20: Celková vizualizace kola²⁰

²⁰ Archiv autora

8. PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR

Jak již napovídá samotný název této kapitoly, obsahem následujících řádek bude zhodnocení eventuálního dopadu mé bakalářské práce na větev průmyslového designu.

Jako každá studie, tak i ta má se snaží vnést svěží nápad a myšlenku do zkoumaného tématu. V mém případě jde o návrh městského dopravního prostředku. Klasicky smýšlející člověk si pod pojmem městský dopravní prostředek představí hromadnou dopravu, která se může jevit jako nejefektivnější. Nebereme-li však dopravní prostředek jako obrovský kolos přepravující velké množství lidí, otevírá se nám zcela neprobádané odvětví osobních, dopravních prostředků sloužící k přepravě po městě. Pomineme-li osobní automobil, můžeme říci, že neznáme jiného masivně využívaného, dopravního prostředku nežli kola. Kolo jako takové však nemá šanci bojovat na poli ve využití spolu s motorizovanými prostředky.

Chceme-li, aby obyvatelé velkých měst využívali spíše kolo, než pro automobil, je třeba přidělit tomuto kolu jistou přidanou hodnotu. Touto hodnotou může být cokoli. V mém případě jde o elektronický pohon, řešení jeho nabíjení a systém půjčování a vracení těchto kol. Vzal jsem tedy věc notoricky známou a využívanou a přidal jí jistou hodnotu, která by jí měla zaručit širší využití. Bude-li se někdy můj návrh obecně známý, je možné, že se jím nechá někdo další inspirovat a bude hledat další přidanou hodnotu, o kterou by jej rozvinul. Fakt, že má práce může být v budoucnu inspirací, vidím jako velký přínos pro můj obor.

9. SILNÉ STRÁNKY

Silné stránky mého díla jednoznačně vidím ve snaze o zlepšení ovzduší našich měst, čehož by bylo dosaženo zvýšením zájmu široké veřejnosti o používání mého produktu. V mém návrhu vidím jako velikou výhodu oproti konkurenci využití elektrického pohonu. Tento pohon staví na principu již ozkoušeného a velmi nadějného produktu. Celé kolo je navrženo tak, aby bylo snadno přizpůsobitelné každému jedinci.

10. SLABÉ STRÁNKY

Jako slabé stránky mého návrhu vidím reálné problémy, které by snižovaly úspěšnost mé vize zlepšení ovzduší velkých měst. Člověk zpravidla preferuje pohodlnější způsob dopravy, kde je eliminována fyzická náročnost, kde není přímo vystaven vlivům podnebí a kde není tak vysoké měřítko nebezpečí. Jízda na kole v těchto bodech ztlačuje za osobními automobily. Navíc kdo by chtěl jezdit na kole v již velmi znečištěných městech. Tento problém by bylo zprvu třeba řešit odlišným přístupem, a v momentu, kdy by byla hladina znečištění snížena, by mohli přijít na řadu dopravní prostředky, ve kterých je člověk přímo vystaven městskému prostředí. Proto je jasné, že nelze brát můj návrh elektro kola jako řešení v boji se znečištěním životního prostředí měst. Je třeba jej brát jako jednu z mnoha idejí, které po maličkých krůčcích přetváří globální smýšlení o člověku a jeho přístupu k prostředí ve kterém žije.

11. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

a) Knižní a periodická literatura

[1a] Embacher, Michael, a kol. *Cyklopedie. 90 let moderního designu jízdních kol*. 1. vyd. Praha: Slovart, 2011. 224 s. ISBN 978-80-7391-434-9

[2a] KOLÁŘOVÁ, Hana. *Návrh cyklistického rámu z hlediska materiálu*. Plzeň, 2011. Bakalářská práce (Bc.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. Vedoucí práce Eva Krónerová

[3a] WILSON, David Gordon. *Bicycle design: the search for the perfect machine*. London: Snowbooks, 2008. 216 s. ISBN 978-1905005680.

b) Internetové zdroje

[1b] Pařížský systém vypůjčování- Vélib
Dostupné z WWW : <<http://en.wikipedia.org/wiki/vélib>> ,cit. 13. 3. 2013

[2b] Mechanické vlastnosti slitiny AW 6061-T6
Dostupné z WWW:
<<http://www.makeitfrom.com/material-data/?for=6061-T6-Aluminum>>,
cit 20.3.2013

[3b] Elektro souprava BionX
Dostupné z WWW: <<http://www.bionxinternational.com/>>, cit
26.3.2013

12. RESUMÉ (EN)

In this final part I would like to summarize all, I have said in the text right below.

As a theme of my bachelor work I have chosen to design an urban transport product. After all, I aimed to an electric bike solution which is designed solely to the urban environment. I was trying to find a shape which harmonically combines all the important values of a good design. Those values are functionality, aesthetics and ergonomics.

My intention was to create a modern bike-sharing system. This system is modern in a way, that it uses an electric drive. And there might be a question asked, how is the bicycle charged? I found the answer in a simple idea. I designed a special stand which serves for locking, sharing and charging your bike.

Concluding the text, we can divide it into three main parts. The initial section comprise the steps of preparation on my work. In this section I deal with a historical and contemporary design of city bikes. It is some kind of a general overview or a search of inspiration on my topic, which serves to find out the direction of my work.

Second part is focused on my work process. In this extensive part I describe techniques and ways of my workflow. This part is supplemented by illustrative photos.

The last main part talks about technical specifics and details. It shows us the manufacturing of the bike frame using the hydroforming. The results of calculation using finite element method is also noted in this section.

13. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1

Ideové návrhy

Příloha 2

Ideové návrhy

Příloha 3

Ideové návrhy

Příloha 4

Detailní řešení rámu kola

Příloha 5

Finální skica

Příloha 6

Reálné rozměry kola

Příloha 7

Výroba modelu

Příloha 8

Výroba modelu

Příloha 9

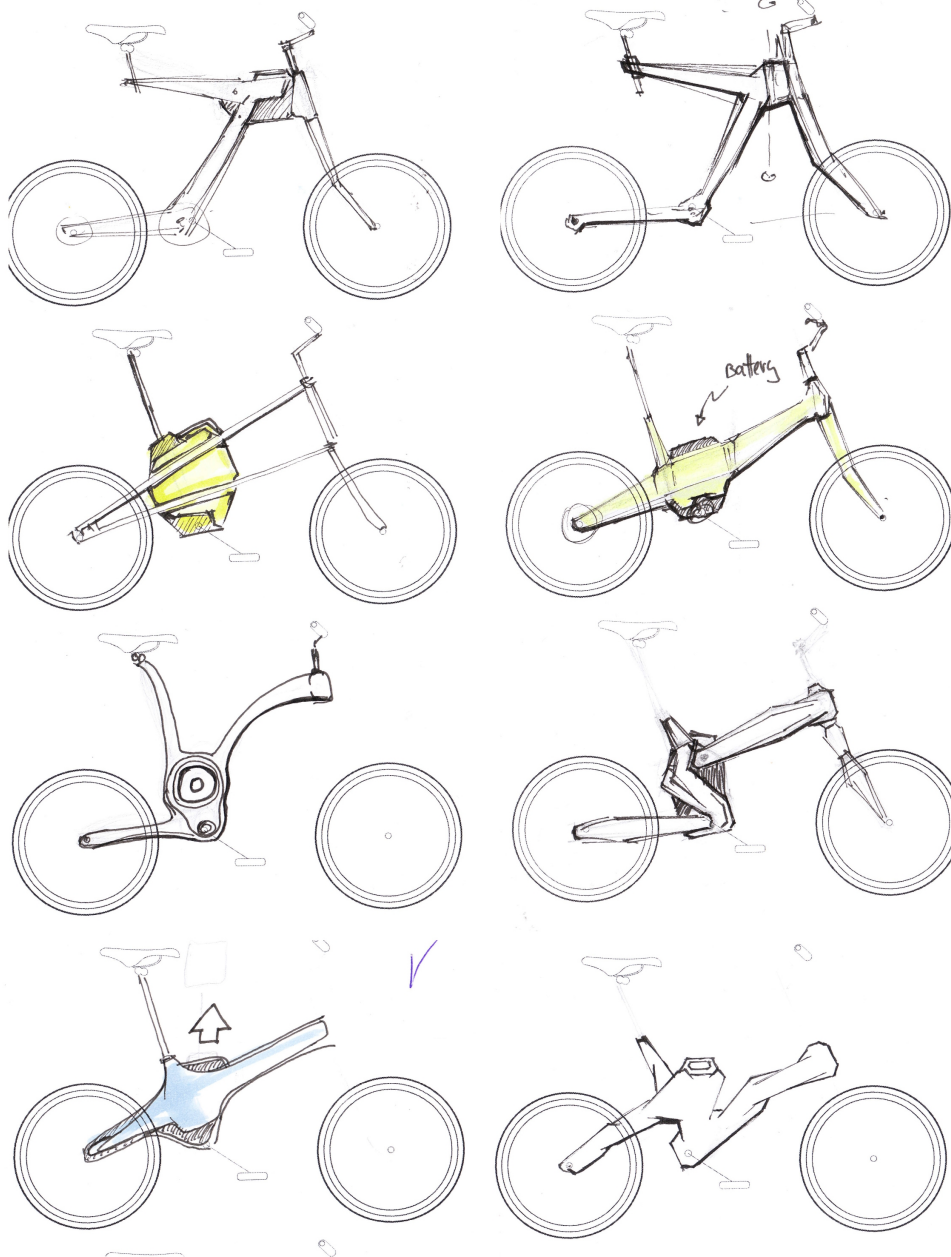
Výroba modelu

Příloha 10

Přehlad možných soustav BionX

Příloha 1

Ideové návrhy²¹



²¹ Archiv autora

Příloha 2

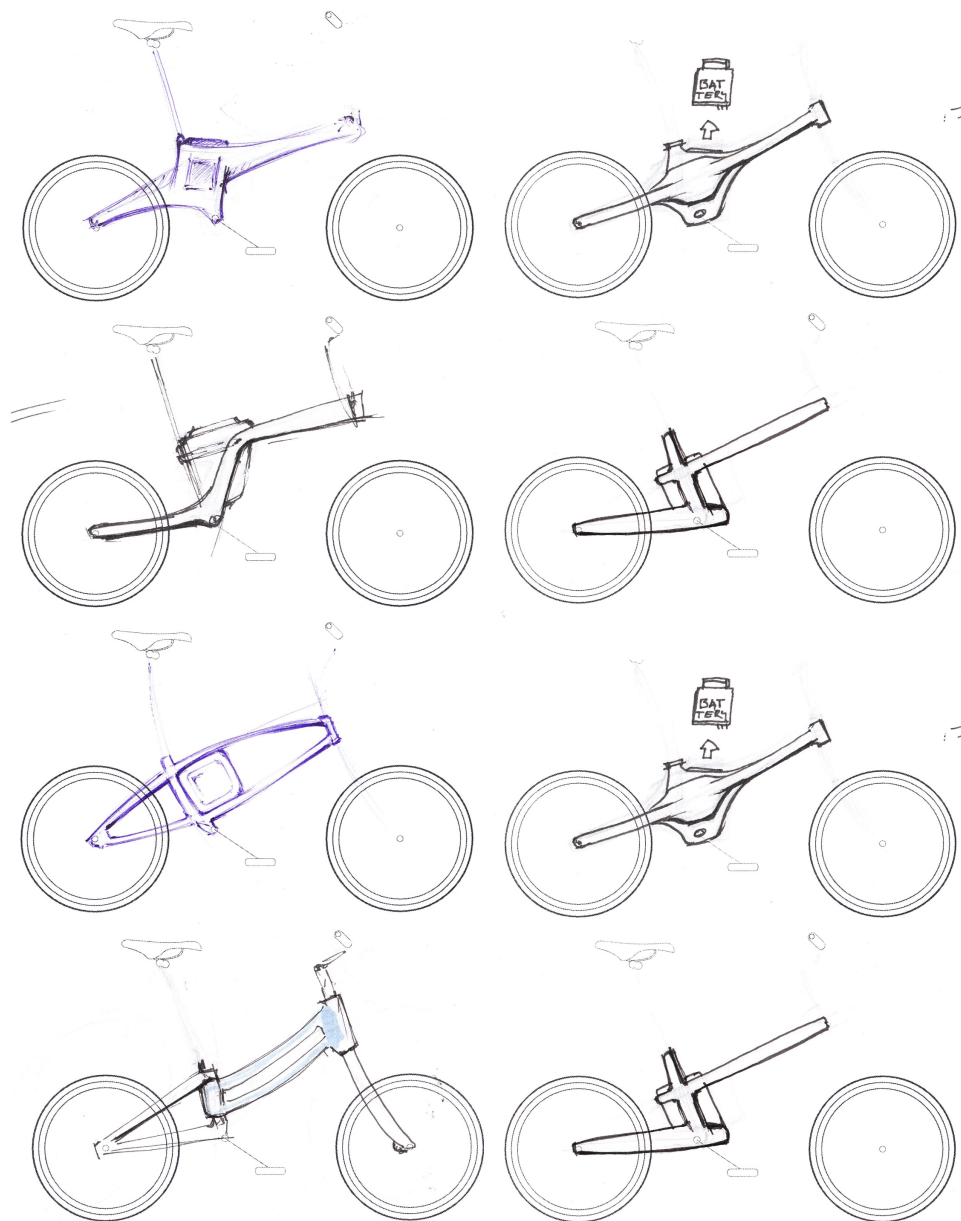
Ideové návrhy²²



²² Archiv autora

Příloha 3

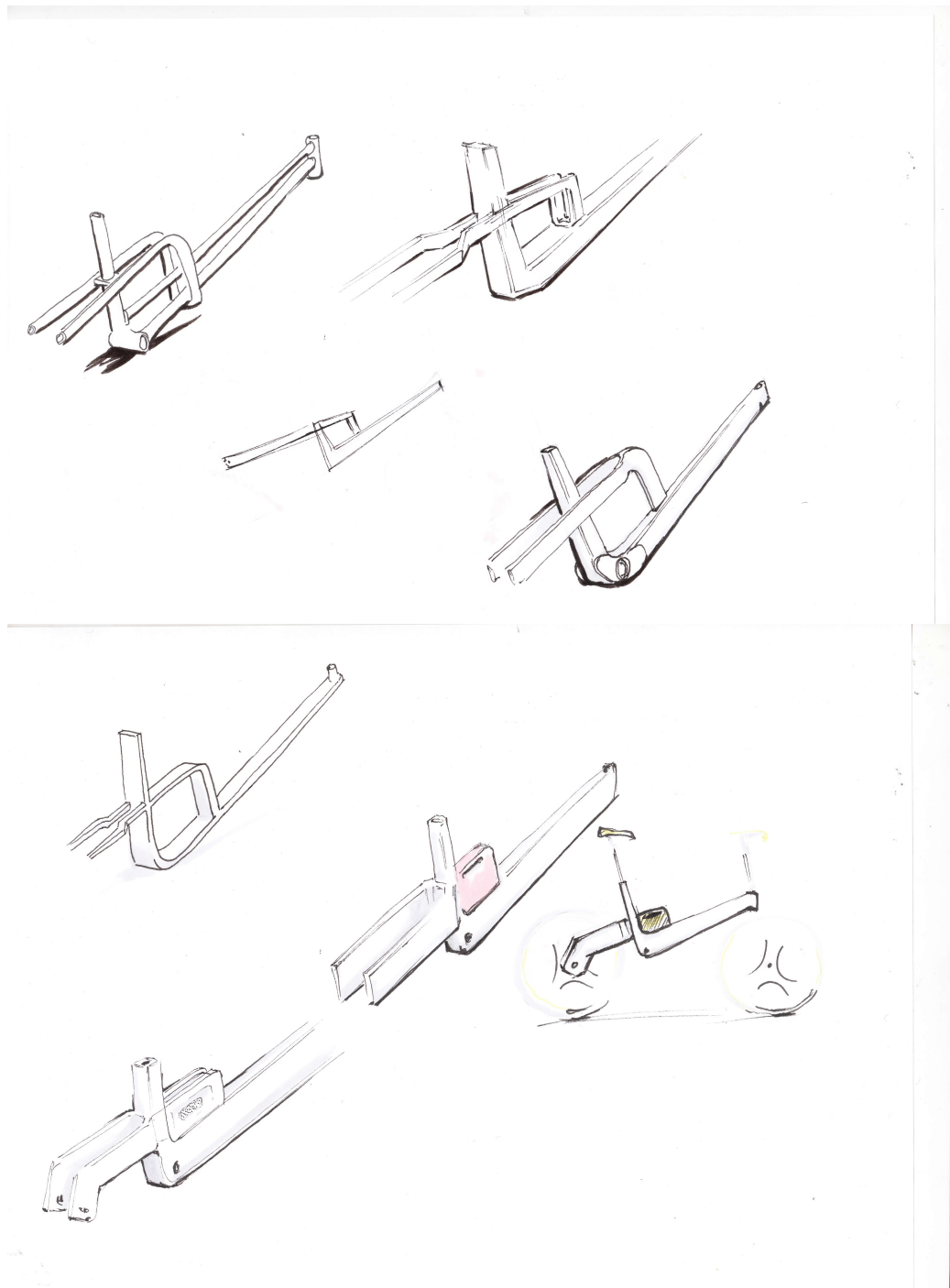
Ideové návrhy²³



²³ Archiv autora

Příloha 4

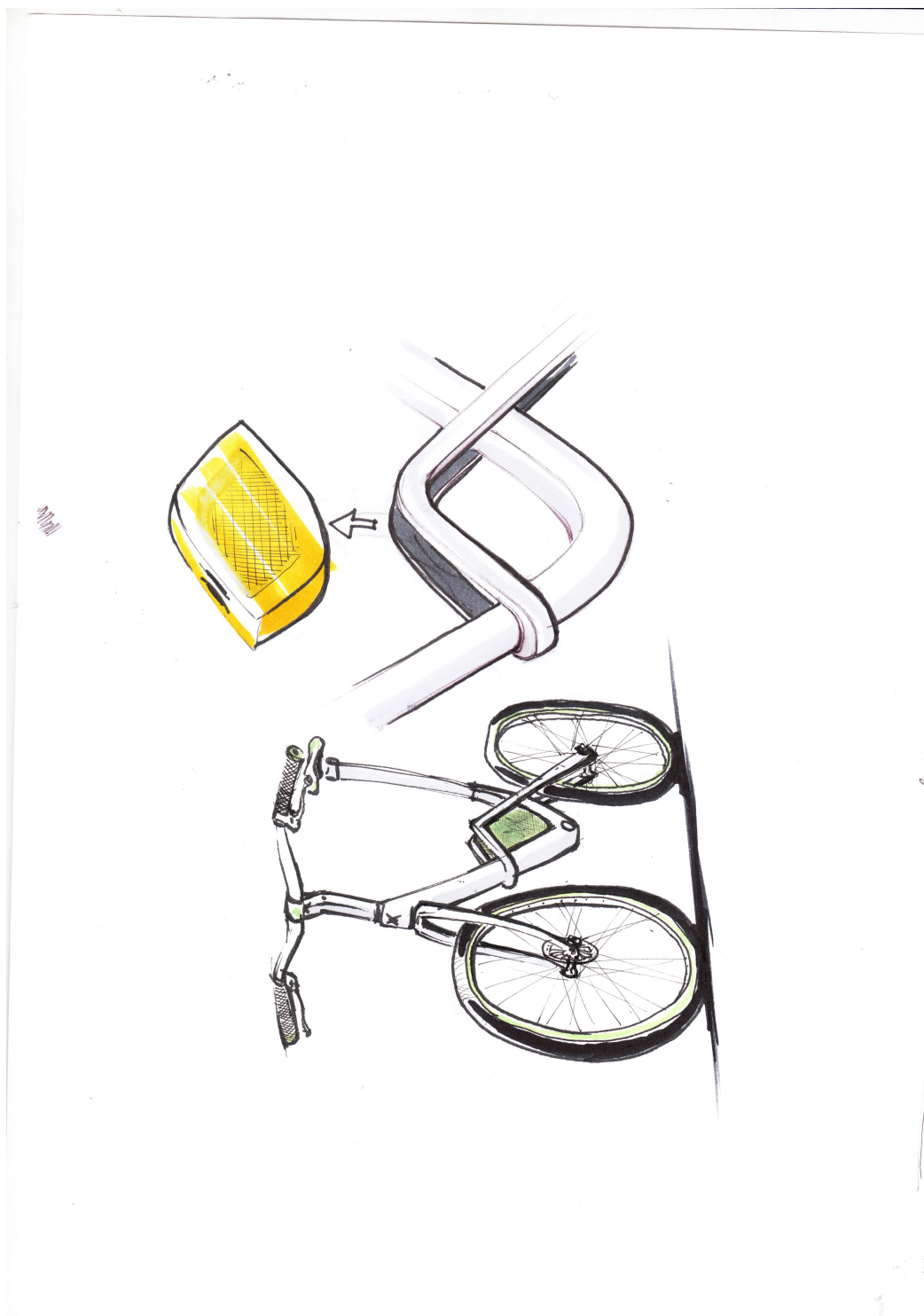
Detailní řešení rámu kola²⁴



²⁴ Archiv autora

Příloha 5

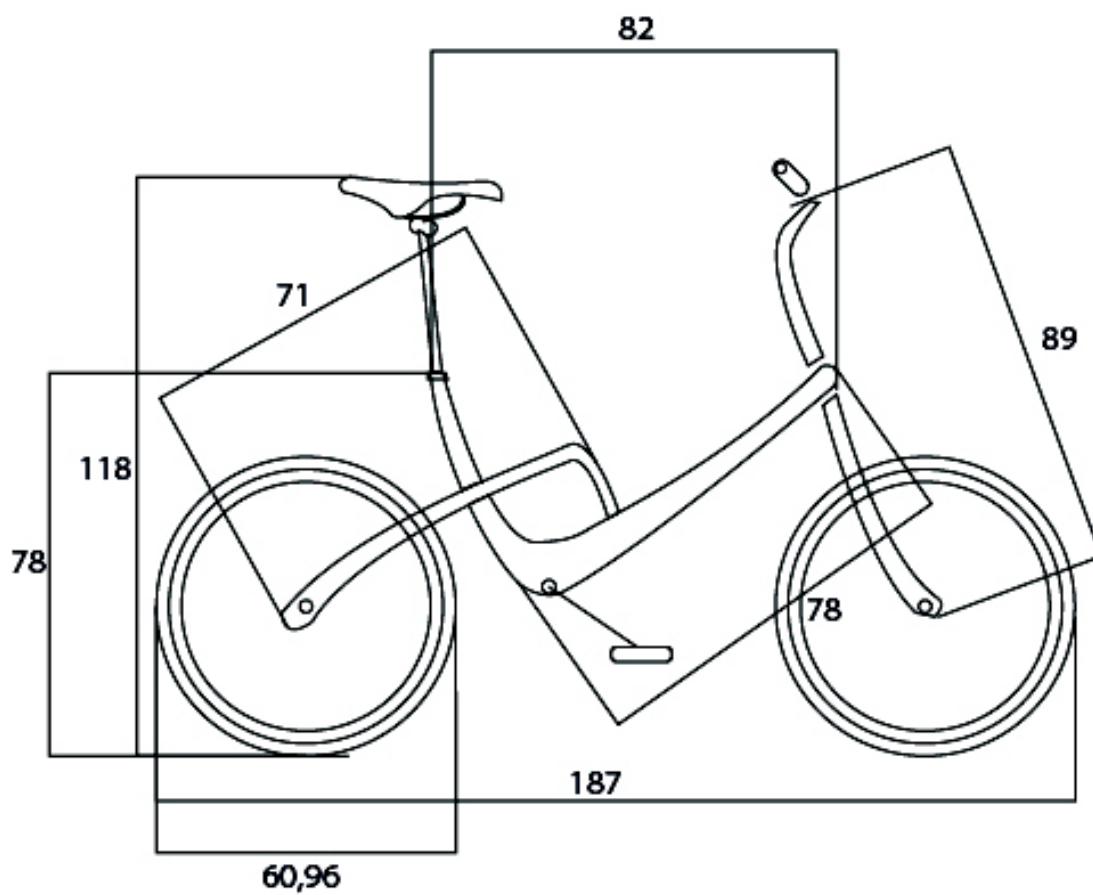
Finální skica²⁵



²⁵ Archiv autora

Příloha 6

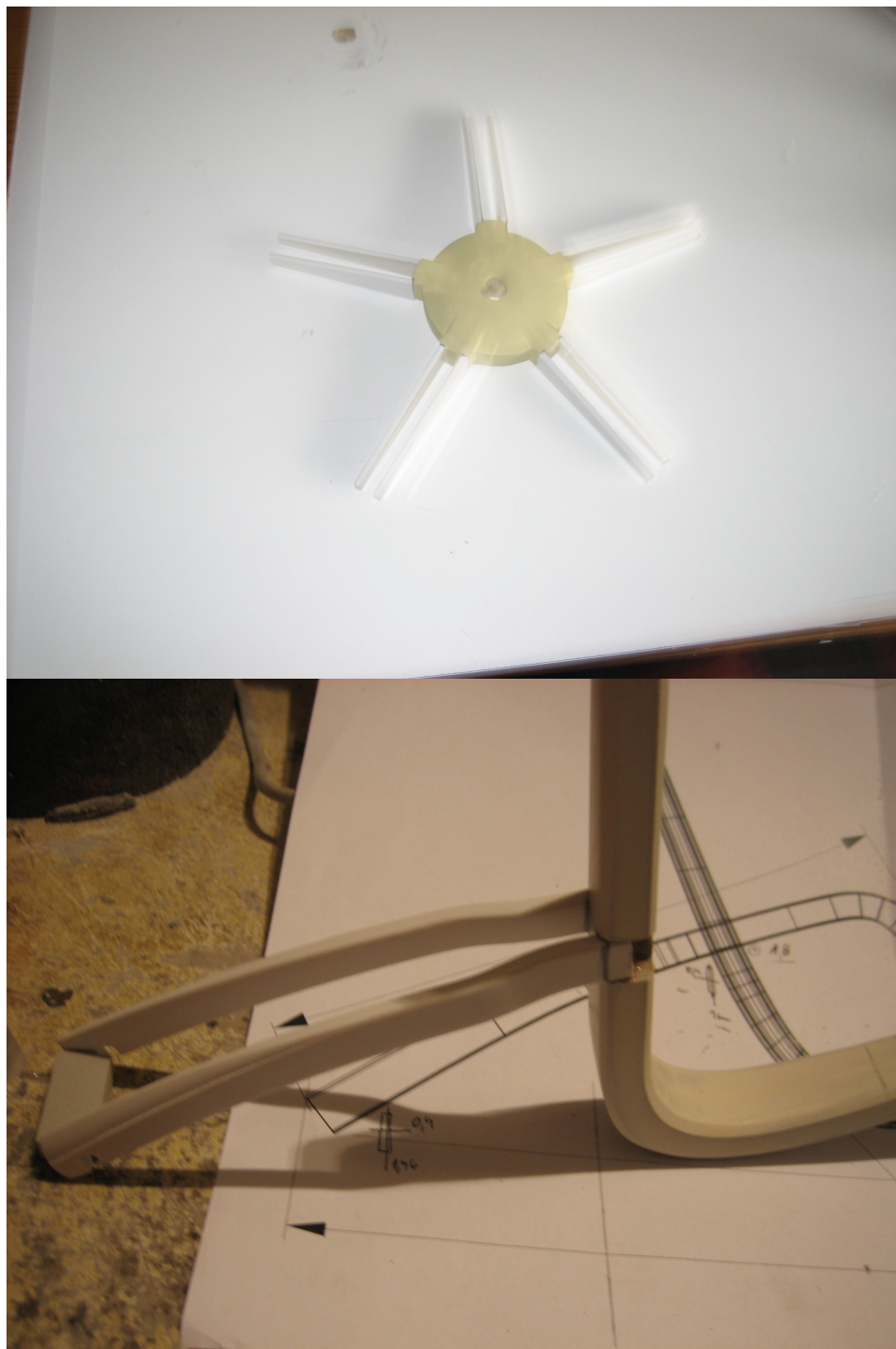
Reálné rozměry kola v cm²⁶



²⁶ Archiv autora

Příloha 7

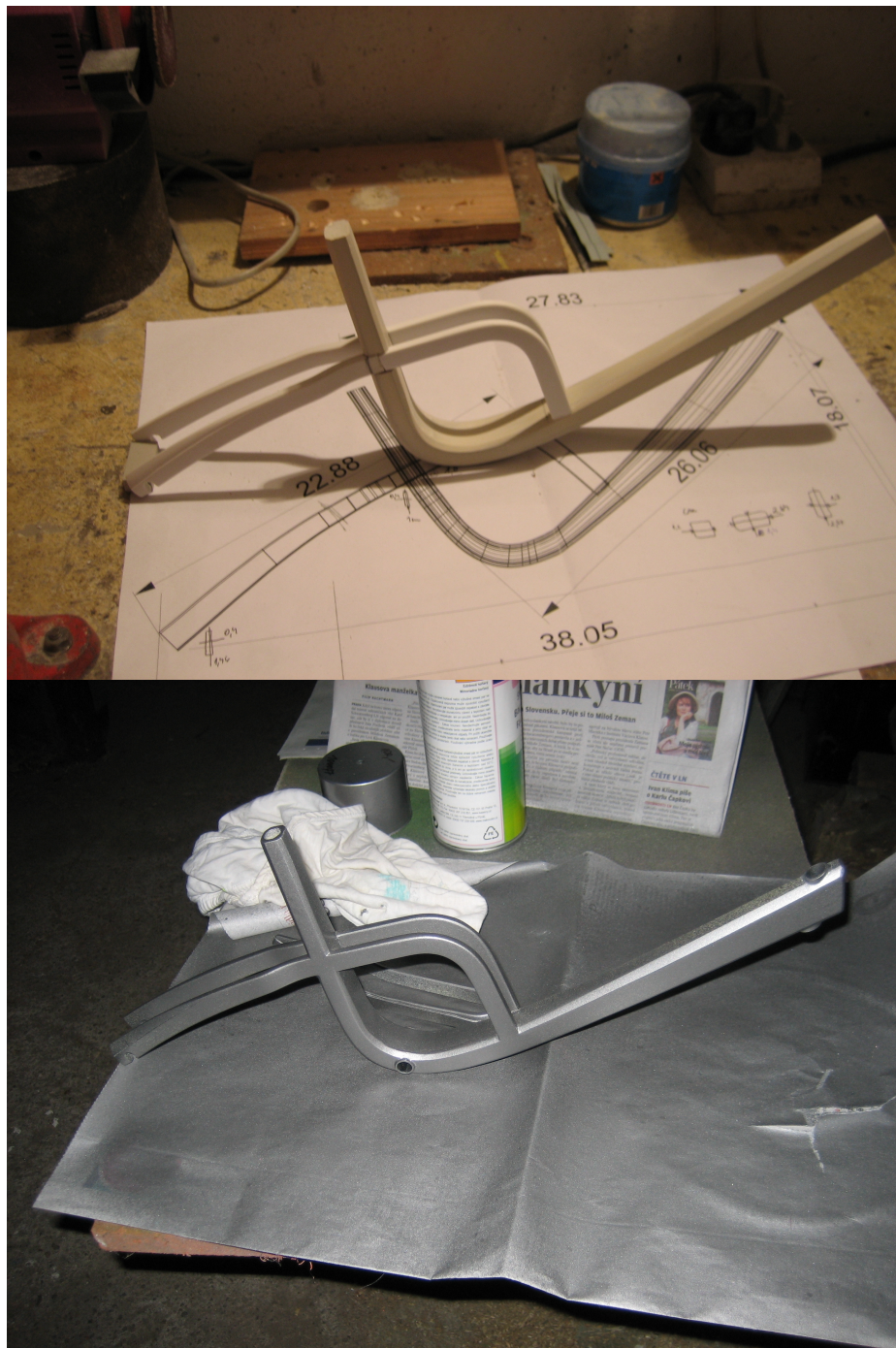
Výroba modelu²⁷



²⁷ Archiv autora

Příloha 8

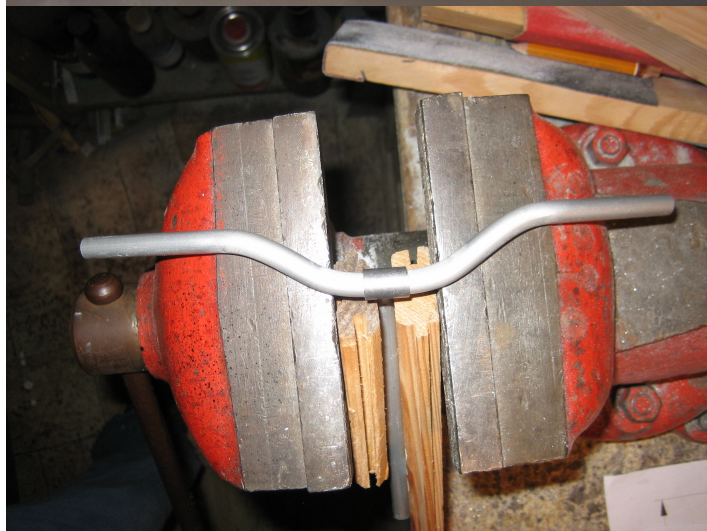
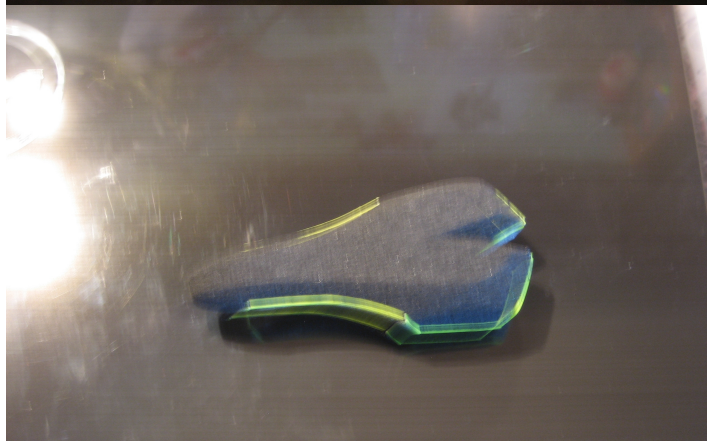
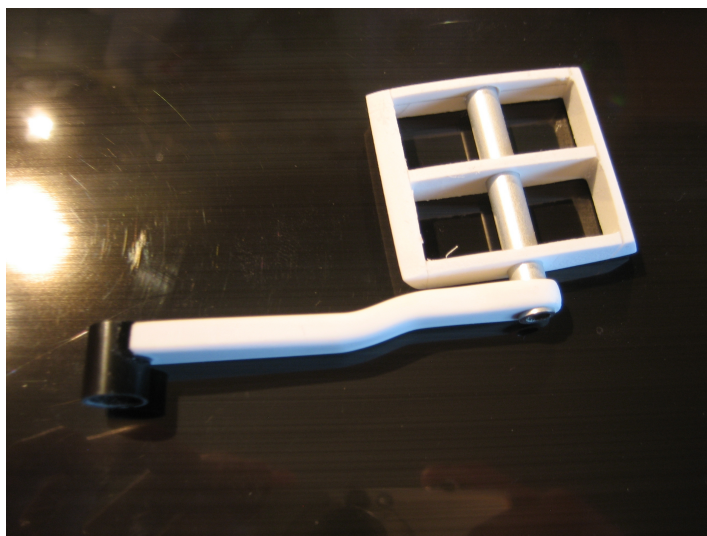
Výroba modelu²⁸



²⁸ Archiv autora

Příloha 9







Výroba modelu²⁹



²⁹ Archiv autora

Příloha 10

Přehled možných soustav BionX³⁰

SL 350 HT RR XL		
	RANGE*	65 mi. (105 km)
	BATTERY	Li-Ion / 48V / 8.8 Ah / 423 Wh
	TORQUE (NOM./MAX.)	6.6/29.5 lb.-ft. (9.0/40.0 Nm)
	WEIGHT (SYSTEM)	18.9 lb. (8.6 kg)
PL 350 HT RR L		
	RANGE*	56 mi. (90 km)
	BATTERY	Li-Ion / 37V / 9.6 Ah / 355 Wh
	TORQUE (NOM./MAX.)	6.6/29.5 lb.-ft. (9.0/40.0 Nm)
	WEIGHT (SYSTEM)	22.5 lb. (10.2 kg)
SL 350 HT DT XL		
	RANGE*	65 mi. (105 km)
	BATTERY	Li-Ion / 48V / 8.8 Ah / 423 Wh
	TORQUE (NOM./MAX.)	6.6/29.5 lb.-ft. (9.0/40.0 Nm)
	WEIGHT (SYSTEM)	16.1 lb. (7.3 kg)
PL 350 HT DT L		
	RANGE*	56 mi. (90 km)
	BATTERY	Li-Ion / 37V / 9.6 Ah / 355 Wh
	TORQUE (NOM./MAX.)	6.6/29.5 lb.-ft. (9.0/40.0 Nm)
	WEIGHT (SYSTEM)	19.4 lb. (8.8 kg)
PL 350 HT RR M		
	RANGE*	37 mi. (60 km)
	BATTERY	Li-Ion / 37V / 6.4 Ah / 237 Wh
	TORQUE (NOM./MAX.)	6.6/29.5 lb.-ft. (9.0/40.0 Nm)
	WEIGHT (SYSTEM)	20.5 lb. (9.3 kg)
PL 250 M		
	RANGE*	40 mi. (65 km)
	BATTERY	Li-Ion / 26V / 9.6 Ah / 248 Wh
	TORQUE (NOM./MAX.)	5.2/18.4 lb.-ft. (7.0/25.0 Nm)
	WEIGHT (SYSTEM)	16.1 lb. (7.3 kg)

³⁰<http://www.bionxinternational.com/>