

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 9: Strojírenství, hutnictví, doprava

**Přestavba mopedu s konvenčním (spalovacím)
motorem na elektrický pohon**

Matyáš Cahák

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 9: Strojírenství, hutnictví, doprava

**Přestavba mopedu s konvenčním (spalovacím)
motorem na elektrický pohon**

**Conversion of Casual (Gasoline Powered) Moped to
Electric**

Autoři: Matyáš Cahák

Škola: Česko - anglické gymnázium, Třebízského 1010, 370 06
České Budějovice

Kraj: Jihočeský kraj

Konzultant: Mgr. Marek Vejsada

České Budějovice, 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval samostatně a použil jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Lišově dne 21.1. 2022

Matyáš Cahák

Poděkování

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi při tvorbě této práci pomáhali. Pan profesor Marek Vejsada byl tím, kdo mě vedl při psaní mé práce a zároveň mi poskytl potřebné odborné rady. Děkuji mé rodině, která mi byla nápomocna zejména při představování produktu veřejnosti. Neobešel bych se také bez jejího finančního přispění na přestavbu. V neposlední řadě děkuji i svým kamarádům, kteří mi ochotně pomáhali při vytváření dílů na speciálních strojích, kterými disponují.

Anotace

Práce se zabývá přestavbou veteránského mopedu Honda Camino PA 50 se spalovacím motorem na elektrický pohon. Jsou zde detailně popsány jednotlivé fáze průběhu přestavby, upřesněny výrobní postupy a uvedeny komplikace, které se objevily při hledání neoptimálnější varianty. Cílem bylo nejen realizovat elektrifikaci mopedu, ale zároveň zachovat jeho historickou hodnotu. Důraz byl kladen i na aspekt udržitelnosti a ekonomičnosti. Nedílnou součástí práce je analýza výsledku a průzkum případného zájmu o produkt v případě uvedení na trh.

Klíčová slova

Moped; elektrický pohon; přestavba; akumulátor; udržitelnost

Annotation

The work deals with the conversion of the classic moped Honda Camino PA 50 with a conventional internal combustion engine to electric power. The individual parts of the conversion process are described in great detail. The fabrication and electrical work are specified. The complications that appeared in the search for the most optimal variant are listed. The aim was not only to electrify the moped but also to preserve its historical value. Sustainability and economy were some of the key requirements. An important part of the work is the analysis of the result and a survey of possible public interest in the product in the case of trying to sell it.

Keywords

Moped, electric conversion, rebuild, batteries, sustainability

Obsah

1	ÚVOD.....	7
2	TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1	STRUČNÝ VÝVOJ ELEKTROMOBILITY	9
2.1.1	Vývoj elektromobilů	9
2.1.2	Vývoj elektromotocyklů.....	14
2.2	ELEKTRICKÉ MOTORY	17
2.2.1	Stejnoseměrné motory.....	17
2.2.2	Střídavé motory.....	18
2.3	AKUMULÁTORY	19
2.4	HISTORIE MOPEDU HONDA CAMINO PA 50.....	21
2.5	TECHNICKÉ ÚDAJE O VOZIDLE	23
2.6	LEGISLATIVA.....	25
3	PRAKTICKÁ ČÁST.....	27
3.1	DŮVOD A ÚČEL PŘESTAVBY	27
3.2	PŮVOD MOPEDU A ROZPLÁNOVÁNÍ FÁZÍ PROJEKTU	28
3.3	PŘÍPRAVA PŘESTAVBY	28
3.4	VYTVOŘENÍ KALKULACE NA USKUTEČNĚNÍ PROJEKTU (POROVNÁNÍ CENY U RŮZNÝCH ZPŮSOBŮ)	33
3.5	PRŮBĚH PŘESTAVBY.....	35
3.5.1	Demontáž	35
3.5.2	Renovace rámu a kapotáže	37
3.5.3	Uchycení motoru a zadní kyvné vidlice.....	38
3.5.4	Úprava převodového ústrojí	42
3.5.5	Elektroinstalace	42
3.5.6	Zátěžové testy.....	47
3.5.7	Odstranění zjištěných závad	49
3.6	PŘEDSTAVENÍ PRODUKTU NA VEŘEJNOSTI NA MAKER FAIR 2021 ČESKÉ BUDĚJOVICE A ZJIŠŤOVÁNÍ ZPĚTNÉ VAZBY.....	49
3.6.1	Expozice na festivalu Maker fair 2021	49
3.6.2	Dotazník a jeho vyhodnocení.....	53
3.6.3	Analýza dotazníkového šetření.....	57
3.7	POSOUZENÍ KONKURENCESCHOPNOSTI V PŘÍPADĚ UVEDENÍ NA TRH	58
3.8	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKU A SMYSLU PŘESTAVBY.....	64
4	ZÁVĚR.....	65
5	SEZNAM LITERATURY	66
6	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	69

1 ÚVOD

Tématem mé práce je Přestavba mopedu s konvenčním (spalovacím) motorem na elektrický pohon.

Vždy se mi líbila myšlenka mikromobility a už od dětství jsem obdivoval historická vozidla. Inspiroval mě i můj otec, který mi postavil originální elektrovozítka, jež sám navrhl a vytvořil včetně konstrukce. Možná i proto jsem kutil a upravuji nejen automobily. Vždy upřednostňuji neobvyklá, ale jednoduchá a finančně nenáročná technická řešení. Kromě klasických nástrojů pracuji se svářečkou, 3D tiskem nebo CNC plazmovou řezačkou. Kladu důraz i na udržitelnost. V neposlední řadě jsem muzikant, tudíž je pro mě důležitá stylovost a design. Proto jsem byl k podobnému projektu “předurčen”.

Vzhledem k tomu, že téma elektromobility je poměrně nové, není příliš zpracováno v odborné literatuře. Většina zdrojů je tudíž pouze v elektronické podobě a často v angličtině nebo němčině. Práce dostupné na internetu se tématu elektropřestaveb věnují spíše teoreticky, nebo je naopak praktická stránka prezentována pouze formou videa na youtube. Domnívám se proto, že by má práce, která spojuje obě složky, mohla být přínosná pro podobné technické nadšence, jako jsem já.

Cílem projektu je přestavba klasického veteránského mopedu (Honda Camino z roku 1978) s dvoutaktním benzínovým motorem na motocykl s elektrickým pohonem vytvořeným dle vlastního návrhu. Přestavba musí být plně tzv. plug & play - díly lze pouze montovat, spojovat, provlékat atd. Původní konstrukce musí být plně zachována, nesmí do ní být učiněny nevratné zásahy. Důležité je zachovat původní design a tím i historickou hodnotu.

Úkolem práce je zejména najít neoptimálnější variantu (technickou i ekonomickou) přestavby a vybrat vhodné komponenty (motor, akumulátor, regulátor ...) pomocí výpočtů. To vše v souladu s udržitelností a ekologií.

Práce je rozdělena na dvě části - teoretickou a praktickou. Teoretická část má spíše informativní a edukativní charakter. Obsahuje kapitoly - Stručný vývoj elektromobility, Elektrické motory, Akumulátory, Historie a Technické údaje o vozidle, Legislativa.

Stěžejním oddílem celé práce je její praktická část s dokonalým popisem průběhu přestavby a zátěžových testů. Vše je doplněno foto a video dokumentací. Důraz je kladen na využití moderních technologií při přestavbě (3D tisk, CNC frézka...).

V závěru je provedena analýza výsledku a zhodnocen smysl a konkurenceschopnost celého projektu. Využití budou i zkušenosti a dotazníkové šetření realizované při představení přestavěného elektro mopedu na veřejnosti v rámci festivalu Maker Fair v Českých Budějovicích.

Součástí práce je poznámkový aparát a kompletní seznam použitých pramenů a literatury. Významnou roli zde mají obrazové přílohy.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Stručný vývoj elektromobility

2.1.1 Vývoj elektromobilů

Historie elektromotorů začala téměř před dvěma sty lety. Roku 1820 Hans Christian Oersted roztočil při jednom ze svých experimentů smyčkou měděného drátu, kterým protékal proud, střelku kompasu. Zjistil tak, že elektrický proud může vytvořit magnetickou sílu, a tak byl objeven princip elektromagnetismu.

Jeho následovník Michael Faraday zkonstruoval jednoduchý elektrický motor, který se však ukázal být v praxi nepoužitelný.

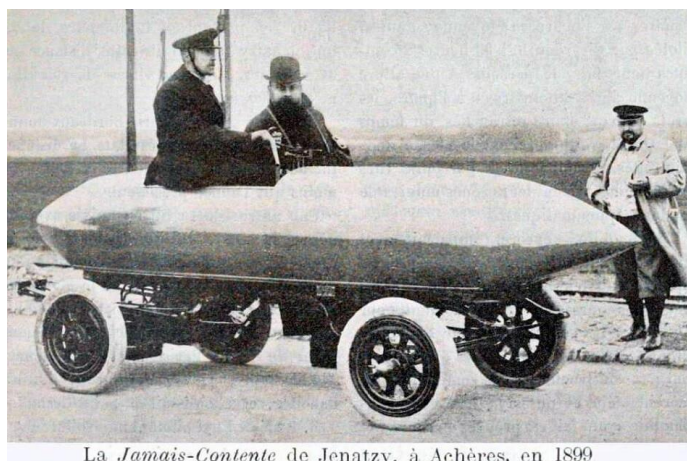
Úspěšnější byl britský fyzik a vynálezce William Sturgeon, který roku 1832 představil první funkční stejnosměrný elektrický motor s komutátorem. První asynchronní motor zkonstruoval Američan Nikola Tesla, který získal roku 1888 patent na celý střídavý systém (budič, generátor, motor a transformátor).¹

Ve stejné době se objevily i první elektromobily, a to zásluhou Francouze H. Kriegera. Jeho elektrické drožky, které jezdily po Paříži, byly vybaveny dvěma elektromotory, takže každé kolo bylo poháněno zvlášť.

Přelomový objev uskutečnil roku 1859 francouzský fyzik Gaston Planté, kterým svým vynálezem nabíjecích olověných baterií, zcela změnil pohled na využití elektromobility. Elektromobily v této době byly schopny jet rychlostí okolo 100 km/h. Legendární je elektromobil doutníkového tvaru Belgičana Jenatzyho, který dosáhl rychlosti 160 km/h.²

¹ Košťál, Josef. Elektrické motory. Elektro - odborný časopis pro elektrotechniku, Praha: Fcc Public s.r.o., 2015, sv. 106, 3. ISSN 1210-0889.

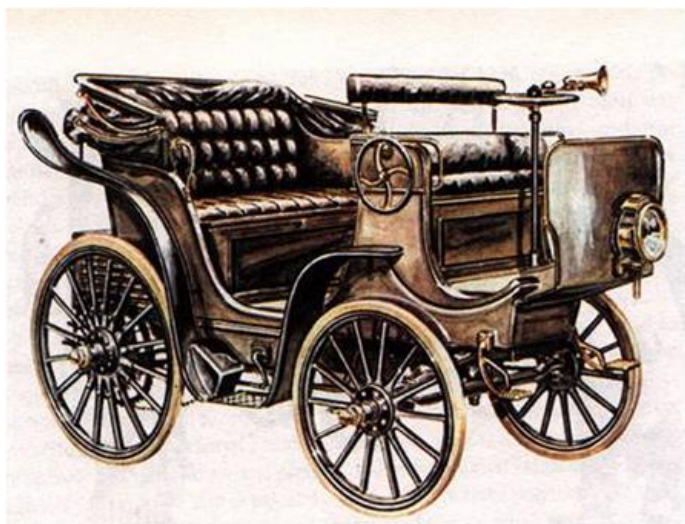
² Bergmann, Petr. Historie elektromobilů může být až překvapivě zajímavá! Znáte skutečnou pravdu? [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/historie-elektromobilu-od-prvniho-elektromotoru-po-soucasnost>



La *Jamais-Contente* de Jenatzy, à Achères, en 1899

Obr. 1: Legendární automobil Belgičana Jenatzyho³

U nás byl první elektromobil postaven v roce 1895. Autorem byl slavný elektrotechnik František Křižík. Sestrojil dvoumístný vozík se stejnosměrným motorem o výkonu 3kW. Vzápětí představil další dva vozy. U jednoho použil vestavění elektromotorů do kol, u druhého lze mluvit o hybridu, jelikož byl použit i spalovací motor pro prodloužení dojezdu.⁴



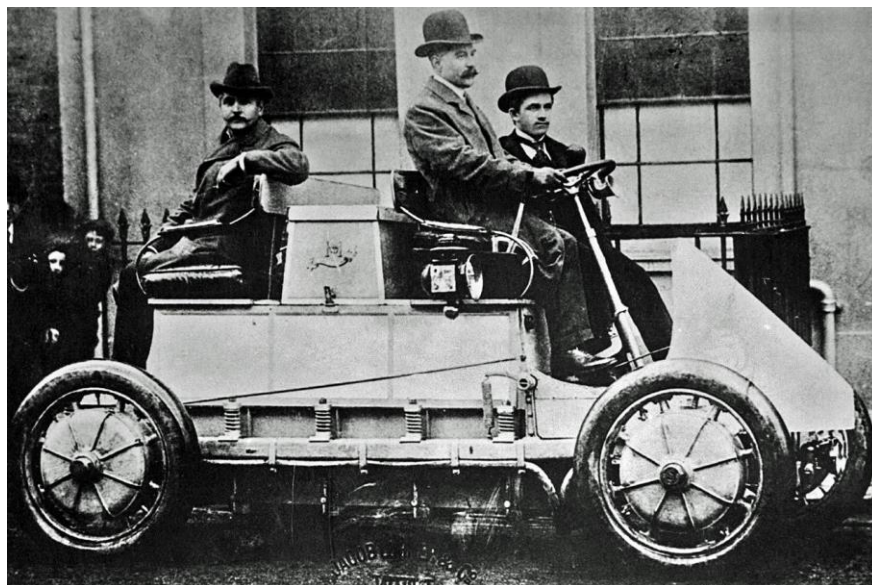
Obr. 2: Elektromobil Františka Křižíka⁵

³ Elektromobily versus automobily: Kdo lámal první rychlostní rekordy [online]. 9. 1. 2015 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/elektromobily-vs-automobily>

⁴ VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel: [zemní plyn CNG, ropný plyn LPG, biopaliva, etanol a metanol, elektrina, vodík]. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. 235 s. ISBN 80-239-1602-5.

⁵ Vokáč, Luděk. První hybridní vůz postavil Čech. Buď Křižík nebo Porsche. [online]. 5. 9. 2009. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/prvni-hybridni-vuz-postavil-cech-bud-krizik-nebo-porsche.A091023_002851_automoto_vok

„V roce 1896 začíná vídeňská továrna na kočáry J. Lohner vyrábět první sériové elektromobily. U jejich zrodu stála jedna z význačných osobností automobilového průmyslu, Ferdinand Porsche. Byl také autorem prvního hybridního pohonu, který měl odstranit základní nedostatek akumulátorového pohonu - malý dojezd. Systém Mixte představoval kombinaci benzínového motoru a dynama, které dodávalo proud elektromotorům uložených v nábojích kol.”⁶



Obr. 3: Hybridní vůz Lohner – Porsche Mixte⁷

Elektromobily se znovu dostaly do centra pozornosti po 2. světové válce, kdy začaly stoupat ceny pohonných hmot a lidé si zároveň začali uvědomovat problémy se znečišťováním životního prostředí.

⁶ VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel: [zemní plyn CNG, ropný plyn LPG, biopaliva, etanol a metanol, elektřina, vodík]. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. S. 119. ISBN 80-239-1602-5.

⁷ Lohner-Porsche [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Lohner%E2%80%93Porsche#/media/File:Lohner_Porsche.jpg

Ropná krize v 70. letech pak ještě vystupňovala zájem o elektrické motory. Ikonickým se stal vůz Enfield 8000 vyráběný v Anglii. Byl poháněný olověnými bateriemi a na 1 nabití ujel asi 65 km.⁸



Obr. 4: Enfield 8000⁹

První elektromobily byly vyrobeny i u nás. “V České republice bylo Výzkumným ústavem elektrických strojů (VÚES) v Brně a katedrou spalovacích motorů a motorových vozidel FS VUT v Brně počátkem 70. let vyvinuto několik funkčních vzorků elektromobilů EMA (elektrický městský automobil). Vozidla označená jako EMA 1 a EMA 2 představovala užitková vozidla. Srovnání parametrů obou typu v tabulce 1.”¹⁰

⁸ Enfield 8000. [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.imps4ever.info/specials/enfield/index.html>

⁹ Enfield 8000. [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.imps4ever.info/specials/enfield/index.html>

¹⁰ VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel: [zemní plyn CNG, ropný plyn LPG, biopaliva, etanol a metanol, elektřina, vodík]. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. S. 119, ISBN 80-239-1602.



Obr. 5: Užitkový elektromobil EMA ¹¹

K zásadnímu přelomu došlo v 90. letech. Toyota začala vyvíjet svůj legendární hybridní, který dokázal nabíjet baterie rekuperací při brždění Prius. Od roku 1997, kdy se začal tento vůz vyrábět, se prodalo pod tímto názvem 5 miliónů kusů.

Roku 2008 vstupuje na scénu Tesla Motors a ujímá se vedení na trhu s elektromobily.

Její posledním modelem je TESLA Y s prodlouženým dojezdem 505 km. Kapacita baterie je 82kWh.

Postupně uvádějí na trh své elektromobily i další významní výrobci. ¹²

¹¹ Tuzemský elektromobil EMA předběhl dobu o desítky let. [online]. 14. 8. 2018. [cit. 3. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/elektromobil-ema>

¹² Bergmann, Petr. Historie elektromobilů může být až překvapivě zajímavá! Znáte skutečnou pravdu? [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/historie-elektromobilu-od-prvniho-elektromotoru-po-soucasnost>



Obr. 6: Tesla Y – 2022¹³

„Vzestupu e-mobility pomáhají nejen přísnější ekologické normy, ale i státní podpory. Výdaje zákazníků za nákup elektroaut loni podle Mezinárodní energetické agentury celosvětově vzrostly na 120 miliard dolarů. Vlády utratily za přímou podporu prodeje či daňové zvýhodnění 14 miliard dolarů.”

„Elektromobilům na přitažlivosti ubírá jejich pořizovací cena, která je zpravidla podstatně vyšší než u alternativy se spalovacím motorem. I v tomto ohledu jsou ale předpovědi optimistické. Výrobní náklady se podle Bloomberg NEF vyrovnají v závislosti na kategorii vozidla v letech 2026 a 2027, poté už budou auta do zásuvky levnější. Lví podíl na tom bude mít padající cena baterií, které jsou hlavní nákladovou položkou. Do roku 2030 by měla oproti současnosti klesnout o 58 procent, soudí experti Bloomberg NEF.”¹⁴

2.1.2 Vývoj elektromotocyklů

Elektromotocykly se od klasického liší v podstatě pouze tím, že zadní kolo je poháněno elektromotorem místo spalovacím motorem. Stejně jako u elektroautomobilů proběhly první pokusy s elektrifikací motocyklů již v 19. století. V časopise Popular Mechanics z roku 1911 pak najdeme konkrétní důkazy o prvním elektromotocyklu. Motocykl měl mít dojezd až 160 km na jedno nabití a dosahovat rychlosti až 56 km/h. Nikdy se však nezačal sériově vyrábět.¹⁵

¹³ 2022 Tesla Model Y will get standard Range version. [online]. 1. 2. 2021 [cit. 3. 12. 2021]. Dostupné z: <https://2022suvs.com/2022-tesla-model-y>

¹⁴ Budoucnost elektřiny v dopravě. [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/tematicke-specialy/elektromobilita/elektromobilita-roste-o-desitky-procent-evropa-uz-predbehla-cinu-1381185>

¹⁵ Hořčík, Jan. Elektromotorka. [online]. 27. 9. 2010 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.hybrid.cz/elektromotorka/>

Významnou měrou přispěla k vývoj elektromotocyklů belgická firma Socovel (Společnost pro výzkum a výrobu elektrických vozidel. V roce 1938 zahájily výrobu elektrických tříkolek s postranním vozíkem a během války pak uvedly na trh elektrické motocykly. Byly vybaveny bateriemi, které byly složeny z 6 – voltových článků. Tyto motocykly měly výkon 1 koně. Jejich prodeje strmě stoupaly, jelikož benzín byl v té době na příděl. ¹⁶



Obr. 7: Motocykl belgické firmy Socovel ¹⁷

Dalším mylníkem byl rok 1967, kdy se objevil motocykl s palivovým článkem. Za jeho zrodem stál fyzik a chemik Dr. Karl Kordesch. Příliš se však neprodával kvůli vysoké ceně. Úspěšnější byl projekt Američana Mika Corbina, který v 70. letech uvedl model vhodný pro silniční provoz. ¹⁸

¹⁶ Socovel 1942 electric motorcycle 2806 [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.yesterdays.nl/product/socovel-1942-electric-motorcycle-2806/>

¹⁷ Socovel 1942 electric motorcycle 2806 [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.yesterdays.nl/product/socovel-1942-electric-motorcycle-2806/>

¹⁸ Boulanger, Gary. The Current: Mike Corbin, E-Bike Pioneer [online]. 23. 8. 2018 [cit. 25. 11. 2021]. Dostupné z: <https://thevintagent.com/2018/08/23/the-current-mike-corbin-e-bike-pioneer/>



Obr. 8: Mike Corbin se svým silničním elektromotocyklem¹⁹

Od 90. let 20. století se výrobě elektomotocyklů začíná věnovat stále více společností (Peugeot - Scoot'Elec, Quantia, Brammo Motorsport). V současnosti jsou pak hlavními leadery hlavně Yamaha, Honda a KTM. Stále je problémem příliš vysoká cena. Velice oblíbeným produktem na trhu jsou proto elektroskútry. Jejich ceny i výkon se příliš neliší od verzí se spalovacím motorem.²⁰

¹⁹ Boulanger, Gary. The Current: Mike Corbin, E-Bike Pioneer [online]. 23. 8. 2018 [cit. 25. 11. 2021]. Dostupné z: <https://thevintagent.com/2018/08/23/the-current-mike-corbin-e-bike-pioneer/>

²⁰ Bergmann, Petr. Historie elektromobilů může být až překvapivě zajímavá! Znáte skutečnou pravdu? [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/historie-elektromobilu-od-prvniho-elektromotoru-po-soucasnost>

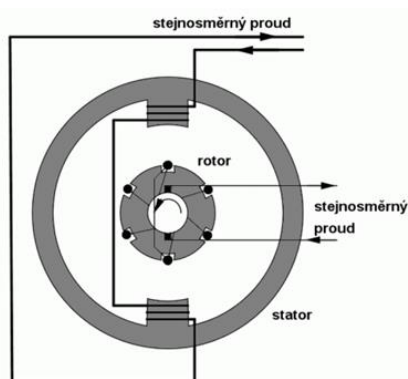
2.2 Elektrické motory

Elektromotor je klíčovým komponentem v elektrovozích. Probíhá v něm přeměna elektrické energie na mechanickou. Elektrické motory se dělí podle typu napájení na stejnosměrné a střídavé.

2.2.1 Stejnosměrné motory

„Stejnosměrné motory pracují opačně než dynama. Stator tvoří dva elektromagnety, které jsou napájeny stejnosměrným proudem tak, že na protilehlých nástavcích vznikne severní a jižní magnetický pól. Rotor elektromotoru, který má stejný tvar jako rotor dynama, tvoří válec ze železných plechů, na jeho povrchu jsou žlábkové a v nich jsou uložena jednotlivá vinutí. Tato vinutí jsou vyvedena na komutátor složený z navzájem izolovaných lamel a k nim přiléhají kartáčky. Připojíme-li kartáčky na zdroj stejnosměrného proudu, pak proud prochází vždy jen jedním vinutím připojeným k příslušné lamelě. Průchodem proudu vznikne kolem vinutí magnetické pole. Rotor se začne otáčet ve směru šipky (Obr. 9), při pootočení se kartáčky dotknou sousedních lamel, proud pak bude protékat dalším vinutím a tento děj se bude neustále opakovat a rotor se bude točit tak dlouho, dokud přívod proudu nepřeručíme. Podle způsobu zapojení vinutí statoru a rotoru rozeznáváme stejnosměrný sériový motor (vinutí statoru a rotoru je zapojeno do série) a stejnosměrný derivační motor (vinutí statoru a rotoru je zapojeno paralelně).”²¹

Kvůli tomu, že stejnosměrný motor mění své otáčky podle zatížení (menší otáčky = větší výkon) používá se například u tramvají, elektrických lokomotiv, výtahů, jeřábů apod. U sériového a derivačního motoru naopak nemá rostoucí zatížení žádný vliv na otáčky. Proto jsou vhodné pro obráběcí stroje, čerpadla apod.



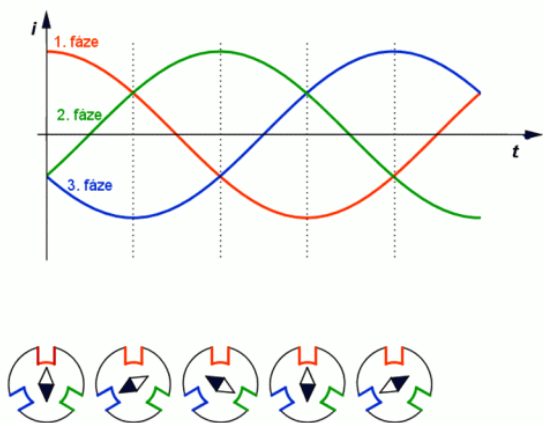
Obr. 9: Stejnosměrný elektromotor²²

²¹ Králová, Magda. Elektromotory [online]. [cit. 28. 11. 2021]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/elektromagneticka-indukce/elektromotory>

²² Králová, Magda. Elektromotory [online]. [cit. 28. 11. 2021]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/elektromagneticka-indukce/elektromotory>

2.2.2 Střídavé motory

„Stator tvoří tři elektromagnety, které jsou navzájem posunuty o 120° . Každým vinutím elektromagnetu protéká proud vždy jen jedné fáze třífázového proudu. Jestliže do prostoru mezi elektromagnety vložíme magnetku, magnetka se bude otáčet.”²³



Obr. 10: Střídavý elektromotor²⁴

Střídavé motory dělíme na synchronní a asynchronní.

Synchronní motory

„Magnetka se otáčí se stejnou frekvencí, jako je frekvence střídavého proudu. Konstrukčně jsou stejné jako alternátory. Vinutí statoru je napájeno střídavým proudem, vinutí rotoru je napájeno stejnosměrným proudem, který získáváme ze zvláštního derivačního dynama. Otáčky synchronního motoru jsou stále a nekolísají při zatížení.” Využití proto najdou u brusek, kompresorů a čerpadel.²⁵

²³ Králová, Magda. Elektromotory [online]. [cit. 28. 11. 2021]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/elektromagneticka-indukce/elektromotory>

²⁴ Králová, Magda. Elektromotory [online]. [cit. 28. 11. 2021]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/elektromagneticka-indukce/elektromotory>

²⁵ VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel: [zemní plyn CNG, ropný plyn LPG, biopaliva, etanol a metanol, elektřina, vodík]. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. S. 126. ISBN 80-239-1602-5.

Asynchronní motory

Do rotoru zde není přiváděn žádný proud, vinutím motoru pak prochází proud stejnosměrný. Stator má tvar dutého válce a v drážkách na jeho obvodu je umístěno tvoří vinutí, jímž protéká střídavý proud. Drážky jsou i na povrchu rotoru a vinutí připomíná klec, proto je nazýváno klecová kotva. Ve srovnání stejnosměrným motorem stejného výkonu jsou menší, lehčí, mají jednodušší konstrukci, jsou bezúdržbové a silně přetížitelné, proto patří mezi nejpoužívanější. Jsou vhodné i pro menší spotřebiče např. pračky.²⁶

2.3 Akumulátory

Dnes existuje mnoho typů akumulátory. Pro přehlednost se zaměříme pouze na ty, které jsou vhodné pro pohon elektrických vozidel, jelikož musí splňovat specifické požadavky. Během vývoje elektromobility byly postupně využívány tyto typy baterií:

Olověné akumulátory

Aktivní hmotu na kladné elektrodě tvoří oxid olovičitý, na záporné elektrodě najdeme porézní olovo. Jako elektrolyt je použita kyselina sírová a voda. Napětí na článku je 2 V. Nevýhodou je malý reálný dojezd vozidel, který činí 50 km na jedno nabití. Životnost je kolem 4 let nebo 700 cyklů nabíjení a vybíjení.²⁷

Právě tento akumulátor byl využit pro mou přestavbu. Důvody tohoto rozhodnutí jsou uvedeny v kapitole 3.3

Nikl - kadmiové akumulátory

Na kladné elektrodě je využit hydroxid hliníku, na záporné hydroxid kademnatý. Elektrolytem je hydroxid draselný ředěný vodou. Jejich životnost je 10 let nebo 2000 cyklů. Mezi jejich klady patří i plná recyklovatelnost a bezúdržbovost.

Nikl - metal hydridové akumulátory

Od nikl-kadmiových se liší tím, že na záporné elektrodě se nachází slitina lanthanu, hliníku a manganu. Místo nebezpečného kadmia se tak při nabíjení vytváří methalhydrid. Splňují tak přísná ekologická kritéria. Nevýhodou však je vyšší cenu a pouze poloviční životnost ve srovnání s nikl - kadmiovými bateriemi.

²⁶ VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel: [zemní plyn CNG, ropný plyn LPG, biopaliva, etanol a metanol, elektřina, vodík]. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. S. 126. ISBN 80-239-1602-5.

²⁷ VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel: [zemní plyn CNG, ropný plyn LPG, biopaliva, etanol a metanol, elektřina, vodík]. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. S. 126. ISBN 80-239-1602-5.

Lithium - iontové akumulátory

Jako materiál pro katodu slouží LiCoO_2 , LiMnO_4 nebo LiNiO . Napětí článku je 3 - 4 V. Jejich vysoká cena je vyvážena životností až 1000 cyklů.²⁸

Při výběru správného akumulátoru je nutno posuzovat především tyto parametry:

Měrná energie /W.h.kg-1/

“Podle dojezdu lze spočítat potřebné množství energie a z té následně požadovaná hmotnost akumulátoru. Nejvhodnější se samozřejmě použít akumulátory s nejvyšší hodnotou měrné energie. “²⁹

Měrný výkon /W. Kg-1/

Závisí na něm maximální rychlost a zrychlení.

Nabíjecí doba /h/

Liší se v rozpětí několika hodin. Využívána je metoda Minit Changer, která dokáže znatelně snížit nabíjecí dobu. Její princip spočívá v nabíjení akumulátoru vysokým proudem v krátkých impulsech. Díky tomu je zachována delší životnost akumulátorů.³⁰

Životnost

Je dána počtem kilometrů, které je možno s akumulátorem ujet. Může být značně ovlivněna způsobem nabíjení a vybíjení, údržbou a dalšími subjektivními aspekty.

Cena

Je nutno konstatovat, že existuje úzká souvislost mezi výší ceny a uvedenými parametry akumulátorů.

28 VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel: [zemní plyn CNG, ropný plyn LPG, biopaliva, etanol a metanol, elektřina, vodík]. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003, s. 133. ISBN 80-239-uk1602-5.

29 VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel: [zemní plyn CNG, ropný plyn LPG, biopaliva, etanol a metanol, elektřina, vodík]. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. s. 103. ISBN 80-239-1602-5.

30 Špína, Martin. [online]. 21. 4. 2021. Akumulátory a pohonné systémy elektrických vozidel - EV (1. díl) [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektromobilita/akumulatory-a-pohonne-systemy-elektrickych-vozidel-ev-1-dil>

Recyklace

V současné době existuje několik technologií recyklace. Nejedná se však o recyklaci v pravém slova smyslu. Jde spíše o využití části materiálů z baterií a likvidaci těch zbývajících. S rozvojem elektromobility lze očekávat zvyšující se množství starých baterií, které však mohou být vážnou hrozbou pro životní prostředí. Proto je nezbytně nutné věnovat se řešení tohoto vznikajícího problému.³¹

2.4 Historie mopedu Honda Camino PA 50

Moped Honda Camino patří je jedním z nejkultovnějších a nejprodávanějších mopedů světa. Vyráběl se v letech 1976 – 1991 v Japonsku, ale také v Belgii, kde je výroba malých motocyklů Honda tradicí. V USA se prodával pod názvem Honda Hobbit.³²

Dnes je stále velice oblíbený v Belgii, kde je často upravován. V České republice (potažmo celé Evropě) je v současnosti opravdovou raritou, poněvadž se zachovalo velice málo exponátů. V jiných částech světa (obzvláště USA, kde si myšlenku nízkoobsahových dopravních prostředků neoblíbili, a tudíž nebyly mopedy používány a zůstaly zachovány v původním stavu) může být poměrně běžný a často je k vidění na silnicích, jelikož u mladé generace získávají retro japonská vozidla velkou popularitu.

Jak je možno vidět z dobových prospektů, moped Honda Camino se vyráběl ve čtyřech variantách, které se lišily barevným provedením, konstrukcí karosérie (typ světel, design přední masky), počtem sedadel, výkonem motoru a maximální rychlostí.

³¹ Bergmann, Petr. Historie elektromobilů může být až překvapivě zajímavá! Znáte skutečnou pravdu? [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/historie-elektromobilu-od-prvniho-elektromotoru-po-soucasnost>

³² Honda Camino [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Honda_PA50

Honda Camino ist in 4 verschiedenen Ausführungen lieferbar.

Honda Camino L
Fahrzeug ohne Fahrtrichtungsanzeiger und ohne Bremsleuchte. Antrieb nur mit Flehkraftkupplung.



Honda Camino LC
Fahrzeug mit Fahrtrichtungsanzeigern und Bremsleuchte. Antrieb nur mit Flehkraftkupplung.



Honda Camino VL
Fahrzeug ohne Fahrtrichtungsanzeiger und ohne Bremsleuchte. Antrieb mit Flehkraftkupplung und Variatorscheiben.



Honda Camino VLC
Fahrzeug mit Fahrtrichtungsanzeigern und Bremsleuchte. Antrieb mit Flehkraftkupplung und Variatorscheiben.



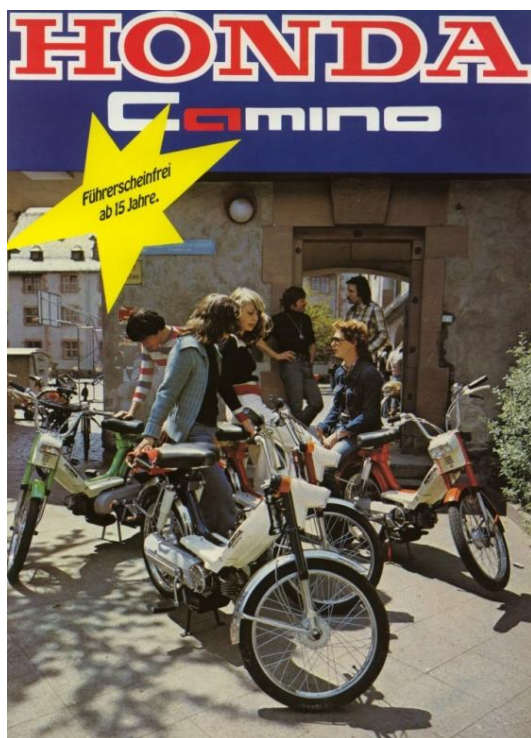
Technische Daten Honda Camino

Motorart:	Luftgekühlter 1 Zylinder 2-Takt-Motor (membran gesteuert)	Radstand:	1055 mm
Hubraum:	49 ccm	Leergewicht:	48 kg (ohne Fahrtrichtungsanzeiger) 49 kg (mit Fahrtrichtungsanzeiger)
Höchstgeschwindigkeit:	25 km/h	Zul. Gesamtgewicht:	140 kg
Höchstleistung:	1,5 PS (1,1 kW), 4000 U/min	Rahmen:	Stahlrohr
Schmierung:	2 Takt-Gemisch 1:50	Kraftstofftank:	3 Liter
Kupplung:	Flehkraftkupplung mit Keilriemen zum Hinterrad oder Flehkraftkupplung mit Variatorscheiben und Keilriemen zum Hinterrad. Umschaltung auf Pedalbetrieb möglich.	Reifen, vorn:	2.17 oder 2.14-17
Gesamtlänge:	1600 mm	Reifen, hinten:	2.17 oder 2.14-17
Gesamtbreite:	600 mm	Bremsen, vorn:	Trommelbremse
Gesamthöhe:	985 mm	Bremsen, hinten:	Trommelbremse
		Federung, vorn:	Schraubenfedern
		Federung, hinten:	Schraubenfedern
		Änderungen vorbehalten Kostenlos erste Inspektion	

HONDA

European Honda Motor Trading GmbH, Sprendlinger Landstraße 166, 6050 Offenbach

Obr. 11: Dobový prospekt s technickými údaji³³



Obr. 12: Dobový reklamní prospekt k motocyklu Honda Camino³⁴

33 PA 50 Camimo, [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://cdn.website-editor.net/7d17f05dbf9840a68778ce16c73f1790/files/uploaded/PA50%252C%25201986%2520Brochure.pdf>

2.5 Technické údaje o vozidle

Moped Honda Camino byl vybaven dvoutaktním motorem o obsahu 49 ccm. Výkon se pohyboval v rozmezí 1, 1 – 1,39 kW. Všechny mopedy byly vybaveny karburátory značky Keihin Seiku o průměru difuzoru 12 mm. Velkou výhodou proti konkurenci bylo vybavení mopedu systémem variátorů “Variomatic”.³⁵

Variátor slouží k přenosu síly z motoru do zpravidla jednorychlostní převodovky. Genialita tohoto technického řešení spočívá v nahrazení konvenční spojky a převodovky jen jedním jednoduchým řešením. „Variátor je vybaven samočinnou odstředivou spojkou, což zjednodušuje ovládání vozidla. Díky systému dvou řemenic, jejichž jednotlivé strany se přibližují a oddalují, se plynule mění převodový poměr. Variant nastavení těchto dvou řemenic je tedy nekonečně mnoho, z čehož vyplývá i nekonečné množství převodových stupňů. To zaručuje velmi plynulou a komfortní jízdu. Spojka je implementována vždy jen do jednoho variátoru. Dvě kladky variátoru jsou propojeny gumovým řemenem. Jeden z variátorů se vlivem závaží, na které působí odstředivá síla, stahuje a tím tlačí řemen směrem nahoru. Druhý z páru se tedy roztahuje a řemen sjíždí více dolů.“³⁶

Mazání probíhá jako u každého dvoutaktního motoru palivem - olej je do něj přimícháván a po splnění své funkce spalován. Benzín s olejem je třeba míchat manuálně při čerpání paliva v poměru 1:50. Motor je poměrně hlučný, což mě přivedlo i k myšlence přestavby na elektropohon (viz kapitola Důvody přestavby).

Maximální rychlost mopedu (25 - 45 km/h) byla ovlivněna jeho konkrétní specifikací - úprava některých částí pohonu např. užití jiné trysky karburátoru nebo omezení chodu variátoru. Spotřeba paliva byla velmi nízká cca 3 l /100 km, což souvisí i s velice nízkou hmotností motocyklu (48 kg).³⁷

Velice pokrokové bylo na svou dobu řešení nabízející možnost kompletně vyřadit (za pomoci speciální řadicí páky na zadním kole) pohonné ústrojí a využívat moped pouze jako jízdní

³⁴ Honda Camino. [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: http://www.mofa-museum.de/html/honda_camino.html

³⁵ Honda Camino [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Honda_PA50

³⁶ VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel: [zemní plyn CNG, ropný plyn LPG, biopaliva, etanol a metanol, elektřina, vodík]. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. s. 163. ISBN 80-239-1602-5.

³⁷ Honda Camino. [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: http://www.mofa-museum.de/html/honda_camino.html

kolo. To umožňovalo v případě potřeby jízdu na cyklostezkách, centrech měst apod. Moped se uváděl do chodu roztlačením nebo rozšlapáním za pomoci již zmíněných šlapáček.

Původní elektroinstalace byla o nominálním napětí 6 V a užívala střídavý proud. Elektroinstalace a výzbroj se lišily od jednotlivých specifikací. Všechny mopedy byly vybaveny předním a zadním potkávacím světlometem. Pozdější mopedy byly z důvodu legislativy osazeny zadním brzdovým světlem. Edice “Deluxe” byla vybavena i směrovkami.

Brzdy byly použity bubnové přímo v nábojích kol. Ovládání bylo zajištěno páčkami na řídítkách pro jednoduchost řízení.

Na moped bylo možné nechat osadit podle různých typů výbavy dva typy kol. Obvyčejná výpletová, jež byla ošetřena chromem. Druhou variantou byla elegantní paprsková kola z lehkých slitin.

Zadní nosič byl zahrnut v základní výbavě, na rozdíl od předního, který byl v příplatkové.

Motocykl bylo možné mít se sedadlem jak pro jednu, tak pro dvě osoby.³⁸



Obr. 13: Dobový prospekt³⁹

³⁸ Honda Camino. [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: http://www.mofa-museum.de/html/honda_camino.html

³⁹ Honda Camino. [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: http://www.mofa-museum.de/html/honda_camino.html

2.6 Legislativa

Před započítím přestavby jsem se zabýval i otázkou legislativy. V případě, že bych chtěl svůj projekt uvést na trh, je nezbytně nutné mít vše dobře ošetřeno.

Nejprve definice přestavby silničního vozidla podle „Zákon č. 56/2001 Sb. Zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb.

„1. Přestavbou silničního vozidla je změna nebo úprava podstatných částí mechanismu nebo konstrukce provozovaného silničního vozidla.

2. Za změnu podstatných částí mechanismu nebo konstrukce silničního vozidla se považují:

A) změna druhu pohonu, vestavění jiného typu motoru,

B) změna karoserie, pérování vozidla a kol způsobující změnu povoleného zatížení,

C) změna druhu karoserie nebo nástavby, pro které se mění účel a způsob použití silničního vozidla,

D) změna kategorie vozidla.

3. Největší povolenou hmotnost silničního vozidla lze snížit jen v případě přestavby vozidla na speciální vozidlo jednoúčelového využití.

Přestavbou vozidla nesmí být změněna kategorie vozidla, jestliže se na nově vzniklou kategorii vztahují přísnější technické požadavky stanovené prováděcím právním předpisem pro brzdy vozidla, vnější hluk vozidla, emise škodlivin ve výfukových plynech vozidla nebo prvky aktivní a pasivní bezpečnosti.

Přestavbu vozidla výměnou karoserie lze povolit jen v rámci jedné typové řady vozidla.

Nahrazuje-li se nebo doplňuje-li se vozidlo novou nebo jinou součástí nebo výbavou, musí tato součást nebo výbava splňovat podmínky stanovené tímto zákonem.

O přestavbu silničního vozidla se nejedná, jestliže výrobce vozidla prohlásí podstatnou část mechanismu nebo konstrukce silničního vozidla za náhradní díl k tomuto vozidlu.”⁴⁰

40 Zákony pro lidi [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-56#cast5>

Je několik způsobů, jak k problematice legislativy přistupovat.

1. Schválení mopedu jakožto přestavby a následné přihlášení do registru vozidel a získání SPZ. Nevýhodou by zde byla nutnost každé 4 roky provádět kontrolu technického stavu vozidla na STK, povinnost úhrady povinného (případně havarijního) pojistného ručení, zákaz využívání cyklostezek, ale především nutnost vlastnit řidičské oprávnění.

2. Moped nebo kolo s přidavným motorem do 1kW s namontovanými šlapáčkami se považuje za “motokolo”. Registrace se neprovádí. Je třeba splnit všechny parametry jako obyčejné jízdní kolo. Rychlost je omezena na 25 km/h bez použití šlapáček.

“Evropská legislativa využívá pojmu motokolo, a to i v případě jízdních kol, která jsou vybavena dodatečným motorkem za účelem dosažení rychlosti 25 km/h, kdy dojde k vyřazení motorku, jehož výkon nepřesahuje 1000 W, z provozu. Z působnosti nařízení jsou vyňata ta motokola, jejichž výkon nepřesahuje 250 W (srov. čl. 3 písm. 68 a přílohu 1 k Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 168/2013 ze dne 15. ledna 2013 o schvalování dvoukolových nebo tříkolových vozidel a čtyřkolek a doзору nad trhem s těmito vozidly). “⁴¹

3. Homologovat moped jakožto koloběžku, elektrokolo, hoverboard atd. Registrace se neprovádí, je však třeba omezit výkon na 250 W a maximální rychlost na 15 km/h.

Z výše uvedeného je zřejmé, že by legislativní stránka neměla být problémem.

Pro svou přestavbu jsem zvolil variantu č. 2, tzn., že moped bude splňovat parametry motokola.

41 Holubář, Adam. Připouští současná právní úprava pohyb elektrokoloběžek tam, kde se s nimi běžně setkáváme? [online]. 23. 11. 2020. Dostupné z: <https://www.pravniprostor.cz/clanky/ostatni-pravo/pripousti-soucasna-pravni-uprava-pohyb-elektrokolobezek-tam-kde-se-s-nimi-bezne-setkavame>

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Důvod a účel přestavby

Nyní bych rád uvedl několik důvodů, které mě přivedly k nápadu přestavby benzínového mopedu Honda Camino na elektrický pohon.

Proč je přestavba starého benzínového mopedu na elektropohon skvělá volba?

Udržitelnost

Z nepojízdného “vraku” vytvoříme plně funkční dopravní prostředek. Není tak třeba staré mopedy likvidovat a zbytečně vyrábět nové. Jinými slovy vyměníme pouze několik funkčních částí namísto celého stroje.

Nulové emise

Provoz elektromopedu je výrazně šetrnější k životnímu prostředí než původní stroj s dvoutaktním motorem.

Investice

Pokud se provede přestavbu bez zásahu do konstrukce, je možné kdykoliv vrátit moped do původního stavu a prodat. Při neustálém růstu cen mopedů se za několik let může hodnota několikrát znásobit.

Náklady na provoz – Elektřina potřebná na nabití mopedu (dojezd 20 km) stojí jen několik korun. Navíc je možno využít spojení s párem fotovoltaických panelů, o němž jsem se zmiňoval výše.

Bezúdržbový systém

Jedinými komponenty vyžadujícími péči je výměna řemene kvůli opotřebení (75,- Kč) a občasné pročistění motoru stlačeným vzduchem.

Eliminace vibrací a hlasitého zvuku motoru

Chod dvoutaktního motoru je charakteristický velkým počtem otáček a hlasitým zvukovým projevem. Jeho výkonová křivka ukazuje, že vyžadovaný výkon motoru se projeví až nad polovinou spektra otáček. Volnoběžné otáčky jsou kvůli konstrukci motoru také velmi vysoké. Jednoválcový dvoutaktní motor je zároveň velice nevyvážený. Elektromotor je pravým opakem. Jeho chod je velmi tichý a velmi vyvážený. Pokud není moped v chodu, není potřeba otáčení motoru. Jeho vysoký kroutící moment je dostupný již při velmi nízkých otáčkách.

Edukace - Téma elektromobility je součástí výukových osnov na základních i středních školách. Již Jan Amos Komenský upozorňoval, jak důležitá je při výuce žáků zásada názornosti. Pořízení originálního elektromotocyklu je však pro školu velice nákladnou položkou. Můj produkt by mohl být levnou alternativou a sloužit jako názorná výuková pomůcka. Případně by se provedení samotné přestavby mohlo stát součástí výuky technických dovedností a moderních technologií, která má být zavedena na základních školách.

3.2 Původ mopedu a rozplánování fází projektu

Moped Honda Camino jsem zakoupil roku 2019 v Rakousku. Objevil jsem ho náhodou na internetových inzertních sítích. Velice mě zaujal lákavou cenou. Prodávající mě ujistil, že se jedná o moped Honda Camino z roku 1978 a že je až na pár drobností v původním stavu. Vzhledem k tomu, že jsem dojednal prodejní cenu 300,- Kč, nebylo o čem přemýšlet. Věděl jsem, že se tento vozidlo v podobném stavu se prodává na evropském trhu za minimálně 300 euro.

Moped byl v rozložený na jednotlivé části, avšak téměř kompletní. Původní záměr byl pouze očistit a zakonzervovat karosářské díly, moped sestavit a zachovat “dobovou patinu.” Jak je uvedeno níže v kapitole 3.5.1, shledal jsem závažnou závadu na motoru, a proto mě napadlo realizovat projekt, který jsem již dlouho nosil v hlavě, a to elektrifikaci malého motocyklu.

Práci na mé SOČ jsem započal na jaře 2021. V té době jsem již měl za sebou několik úspěšných oprav elektrických kol pro mé známé. Časově nejnáročnější fází celého projektu byl výběr optimální varianty přestavby. V červenci a srpnu 2021 jsem prováděl samotnou elektrifikaci motocyklu, což se ukázalo jako prozíravé, jelikož po zahájení školního roku jsem již neměl tolik času na práci v dílně a mohl jsem se plně věnovat teoretické části a písemnému zpracování této práce.

V září jsem pak prezentoval svůj projekt na festivalu Maker Fair. Na základě podnětů zde získaných jsem ještě provedl konstrukční, technické a designové úpravy.

3.3 Příprava přestavby

V kapitole 2.3 jsem uvedl, že moped Honda Camino se vyráběl ve více variantách. Před zahájením přestavby bylo proto nutno identifikovat model, který vlastním, jelikož jedním z cílů mého projektu bylo i zachování stylovosti a historické hodnoty vozidla. To mi umožnila tabulka, kterou jsem po delším pátrání objevil na internetu. Po pečlivém prozkoumání všech technických údajů byl identifikován model: 1978 PA 50 I VLC.

Year	Model	Top Speed	Frame Color	Fuel Tank Color	Rear Shock Color	Foot Rest Color	Drive Belt Cover Color	Ignition	Battery	Starting VIN	Starting Engine Number
1978	PA50I	20 MPH	Red	White	White	White	Gray	Points	No	PA50M-1100001	PA50E-J1000001
	PA50II	30 MPH	Yellow	White	White	White	Gray	Points	No	PA50-1200001	PA50E-H1000001
1979	PA50I	20 MPH	Red	Red	Red	Red	Black	Points	No	PA50M-2100001	PA50E-J1000001
	PA50II	30 MPH	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Black	Points	No	PA50-2200001	PA50E-H1000001
1980	PA50II	30 MPH	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Black	Points	No	PA50-3200001	PA50E-H1210066
1981	PA50II	30 MPH	Red	Red	Red	Black	Black	CDI	Yes	YC1AB090-BB100001	AB09E-2000001
1982	PA50II	30 MPH	Coral Red	Coral Red	Coral Red	Coral Red	Black	CDI	Yes	YC1AB0905-BB200001	AB09E-2100001
1983	PA50II	30 MPH	White	White	No cover	Black	Black	CDI	Yes	YC1AB090-DB300001	AB09E-2150001
	PA50II	30 MPH	Black	Black	No cover	Black	Black	CDI	Yes	YC1AB090-DB300001	AB09E-215001

Tab. 1: Přehled vyráběných variant Honda Camino⁴²

Nyní jsem mohl přistoupit k posouzení možností přestavby a výběru optimální varianty jednotlivých technických komponentů. Nejdůležitější bylo zvolit správný typ motoru, regulátoru a baterie, poněvadž právě tyto komponenty ovlivňují výsledné jízdní vlastnosti vozidla.

Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.2 motory můžeme rozdělit na stejnosměrné a střídavé. Zde je také popsán princip jejich fungování. Zaměřil jsem se na posouzení výhod a nevýhod jednotlivých typů. Pro zjednodušení jsem posuzoval pouze motory užívané v dopravních prostředcích.

⁴² Honda PA model info. In: Moped Army [online]. 21.9. 2008 [cit. 28.11. 2021]. Dostupné z: https://www.mopedarmy.com/wiki/Honda_PA_Model_Info

Motory stejnosměrné jsou vhodné zejména pro jednodušší technická řešení. Byla jimi vybavena většina elektrických aut vyráběných od počátků elektromobility až do 90. -tých let, dosud se užívají pro levnější varianty elektrokol. Je to zejména kvůli nízkým nákladům na výrobu. Další výhodou těchto motorů je jejich jednoduchá ovladatelnost. Lze tedy užít jednodušší řídicí jednotku a méně komplexní elektrický svazek. Nevýhodou je nižší výkon, rychlejší opotřebení a menší přesnost. Tyto motory mají zpravidla vyšší krouticí moment, ale nižší maximální otáčky.

Výhodou střídavých motorů jsou nižší energetické ztráty a přesnější ovladatelnost. Tyto vlastnosti však pro mou přestavbu nejsou důležité. Nehodí se ani pro užití v mnou plánované edukační sadě, protože mají složitou regulaci a navíc vyžadují výkonné baterie, které jsou finančně nákladné.

Proto byla má volba jasná - kartáčový stejnosměrný motor se sériovým buzením. Vybral jsem ho zejména kvůli nízké ceně, jednoduchému zapojení a průběhu výkonu, neboť pro účely přestavby jsem požadoval vysoký krouticí moment, aby bylo možné jednoduché zpřevodování.

Pro volbu baterie máme také několik možností. První z nich jsou lithium-iontové (li-ion), které se skládají z velkého množství článků. Nejvíce používané jsou články 18650. Tyto baterie mají spoustu nepopíratelných výhod. Řadí se k nim především schopnost průtoku velkého proudu, kompaktní rozměry, nízká hmotnost, ale i modulárnost. Skladba výsledné baterie ale musí být výrazně složitější než nečláňková baterie, protože je potřeba, aby obsahovala zvláštní řídicí jednotku (BMS), který se stará o optimální rozdělení napětí mezi jednotlivými články. To je vyžadováno jak při nabíjení, tak i vybíjení baterie jízdou. Tato řídicí jednotka se stará také bezpečnost - přehřívání nebo nevyvážení napětí článků baterie. Hlavní nevýhodou je, náchylnost na přehřívání, vysoké nebezpečí samovznícení baterie při nevhodném zacházení, ale také vysoká cena. Tuto variantu jsem z těchto důvodů zamítl.

Po posouzení mnoha aspektů jsem zvolil akumulátor olovnatý trakční. Tento typ baterie je jednodušší, a proto vyžaduje méně údržby. Při nevhodném zacházení nehrozí prakticky žádné nebezpečí. Akumulátor je složen pouze ze dvou baterií zapojených do sériového uspořádání. Každá z nich má nominální napětí 12V a kapacitu 12Ah. Tento systém nevyžaduje žádnou řídicí jednotku. Má však několik nevýhod, jako například snadné přetížení, které je důsledkem částečného snížení výkonu. Doba nabíjení je také delší než u článkových baterií, avšak nehrozí u něj skoro žádné nebezpečí. Jejich hmotnost je poměrně vysoká. Tyto nevýhody pro mě však nejsou rozhodující, protože moped je používán výhradně na krátké cesty, při kterých není vyžadován vysoký výkon motoru a sportovní jízda. Jejich cena je velmi nízká, což zvyšuje dostupnost případné přestavbové sady.

Základem pro plynulou jízdu je také kvalitní a spolehlivá regulace výkonu motoru. Jelikož jsem zvolil motor s buzením integrovaným do kladného pólu, bude nejvhodnější variantou regulátor typu PWM. Ten funguje na principu tranzistorů, které podle potenciometru v akceleraátoru (pracujícím na napětí 1-3 V) propouští vždy stanovené napětí do motoru. Toto řešení je velmi jednoduché, spolehlivé a cenově dostupné.

Nemalou pozornost je třeba věnovat propojení všech jednotlivých prvků kabely. Při použití nevhodného průřezu může docházet k přehřívání a následným velkým ztrátám energie.⁴³



Obr. 14: Kartáčový stejnosměrný motor⁴⁴

⁴³ Bergmann, Petr. Historie elektromobilů může být až překvapivě zajímavá! Znáte skutečnou pravdu? [online]. 20.9. 2021 [cit. 21.11. 2021]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/historie-elektromobilu-od-prvniho-elektromotoru-po-oucasnost>

⁴⁴ LTFEFTLFL 24V 500W 28.5A Electric Brushed Motor 2500Rpm w/Bracket for Scooter E-Bike Mini Bike Go Kart [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.amazon.com/Hitommy-Electric-Brushed-2500Rpm-Bracket/dp/B07RXTW54H>



Obr. 15: Regulátor PWM ⁴⁵



Obr. 16: Akumulátor⁴⁶

⁴⁵ Free shipping dc motor speed controller 24v 500w for electric scooter bike [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.aliexpress.com/item/32452607277.html>

⁴⁶ Baterie 12V / 12Ah ACCU PLUS trakční (olověná) [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.akumo.cz/baterie-12v-12ah-accu-plus-trakcni-olovena>

3.4 Vytvoření kalkulace na uskutečnění projektu (porovnání ceny u různých způsobů)

Z důvodu zachování nízké ceny pro případný zakázkový prodej je užit bezúdržbový elektronický systém s napětím 24 V a stejnosměrným motorem o jmenovitém výkonu 500 W. Přenos výkonu z motoru na převodovku je zajištěn speciálně upraveným systémem s variátorem, využívající pro opravdu tichý chod gumový řemen. O zpřevodování síly se stará sériová jednorychlostní převodovka, integrovaná do náboje zadního kola. Baterie bude využita trakční gelová nebo v případě přání zákazníka článková. Plánuji vlastní výrobu s užitím článků typu 18650. Motor bude řízen regulátorem typu PWM. Vše ostatní bude zachováno původní. Za příplatek bude možno doplnit moped jednoduchým palubním počítačem analyzujícím aktuální výkon motoru, výši hodnot proudu a napětí v celém elektrickém systému, stav nabití baterie a počet najetých motohodin.

Původní klasické osvětlení bude nahrazeno modernější a energeticky méně náročnou LED technologií. Elektrický svazek bude zhotoven svépomocí.

Za příplatek bude možno moped osadit integrovanou nabíječkou, která umožní snadnější dobítí. Je nutno zahrnout i řadu drobných, ale nezbytných součástek pro provedení přestavby např. díly pro úpravu převodového ústrojí, konektory a komponenty pro elektroinstalaci (viz tabulka...)

Do finální kalkulace je nutno započítat i náklady na designové úpravy, které byly nezbytné kvůli instalaci elektro komponentů. Jedná se zejména o vyřešení uchycení baterií, skládajícího se ze stylového proutěného košíku, který designově skvěle doplňuje retro styl vozidla a speciálních překližkových desek vyřiznutých na zakázku na CNC fréze. K většímu komfortu jízdy přispěje i případná výměna původních šlapaček za stupačky.

Položka	Specifikace	Počet kusů	Cena/Kč
Elektromotor	kartáčový motor se sériovým buzením, výkon - 500 W, napětí - 24 V	1	850
Akumulátor	Olověná trakční	2	3.000
Řídící jednotka	PWM	1	200
Akcelérátor	Potenciometr, napětí 1 - 3 V	1	100
Přední světlo	13 LED diod, napětí - 12- 24 V, spotřeba 13W	1	300
Elektrický svazek	kabely, konektory	1	1.000
Pojistková skříň	4 pojistky	1	100
Box pro baterie	košík, překližkové desky	1	750
Úprava převodového ústrojí	kladky - výroba na soustruhu	1	1.000
Řemen	1120mm	1	100
Držák motoru	CNC výroba + sváření + lakování	1	1.000
Montážní materiál	šrouby, úchyty, montážní pásy, gumové průchodky		500
Úprava motoru	sváření	1	400
Montáž a práce		20	4.000
CELKEM			13.300
Za příplatek			
Palubní počítač		1	1.000
Integrovaná baterie	12 V, 12 Ah	2	3.000
Stupačky		2	200

Tab. 2: Kalkulace nákladů na přestavbu mopedu⁴⁷

⁴⁷ Vlastní archiv

3.5 Průběh přestavby

V následující kapitole budou podrobně popsány jednotlivé fáze přestavby.

3.5.1 Demontáž

Moped jsem zakoupil v rozloženém stavu. Jednalo se pouze o nastrojený rám a soubor náhradních dílů umístěných v krabicích. Pohonné ústrojí bylo kompletně rozebráno.

Mým prvním krokem bylo vytištění seznamu se všemi díly potřebnými pro kompletaci mopedu. Díky tomu, že často využívám stránky a fórum Moped Army, kde jsou shromážděny všechny dostupné informace o modelech většiny doposud vyráběných mopedů, našel jsem poměrně rychle souhrn všech náhradních dílů potřebných ke kompletaci zakoupeného stroje.

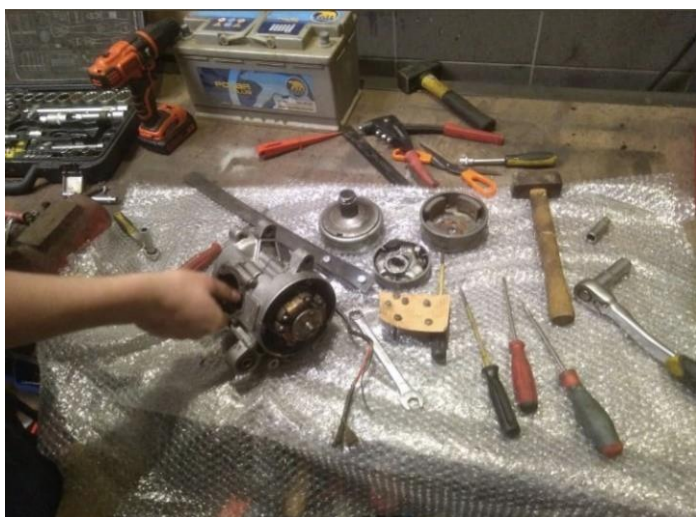
Precizně jsem vše roztřídil do označených krabic a vytvořil si svůj seznam. Tak jsem lehce zjistil, které díly mi chybí, a tudíž je bude nutno pro případnou kompletní renovaci do originální podoby sehnat.

Rám a kapotáž byly v dobrém stavu. Častým problémem u mopedů bývá deformace rámu, rozhodl jsem se přeměřit, zda tuto závadu nevykazuje i můj kus. Na internetu jsem vyhledal stránky s potřebnými specifikacemi rámu a návod, jak jednotlivé parametry přeměřit. Potěšilo mě zjištění, že naměřené údaje se víceméně shodovaly s technickými specifikacemi a tudíž jsem shledal rám jako použitelný.

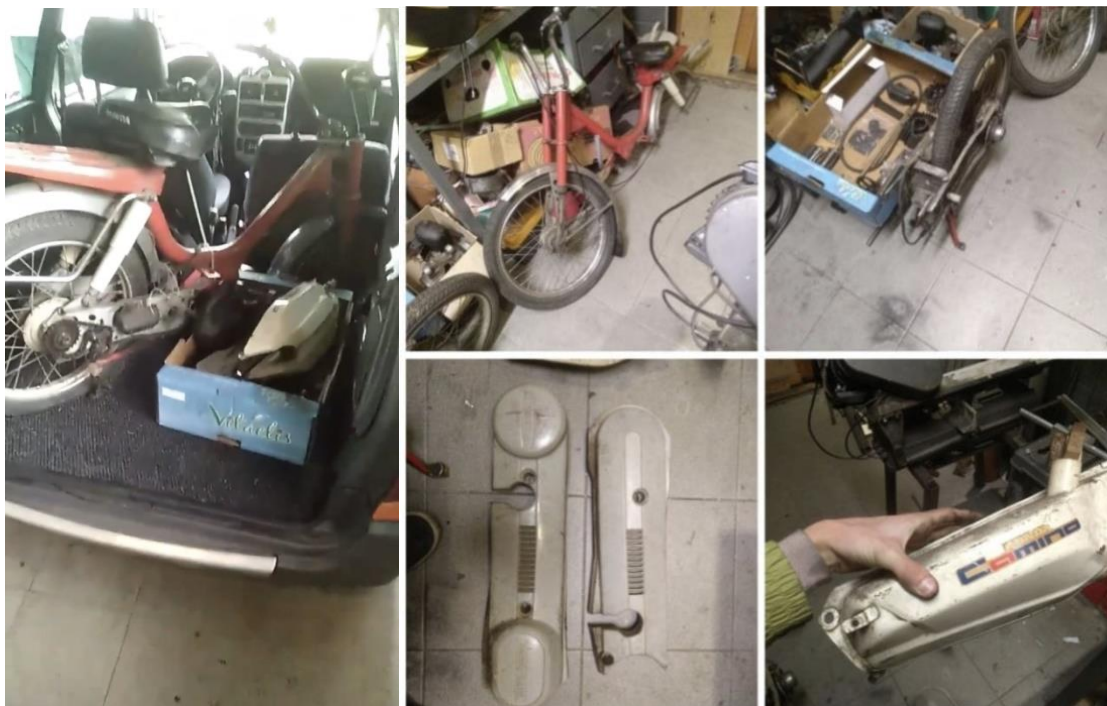
Chromové díly byly ve vynikajícím stavu, takřka bez koroze, a proto jsem usoudil, že jejich renovace nebude tak náročná. Po ohledání dílů karosérie se jevilo, že renovace bude obnášet jen přebroušení dílů a následné přelakování.

Nyní jsem zaměřil na motor. Byl ve velmi špatném stavu, ale i přesto jsem byl schopen ho nastartovat. Chod byl velice poruchový - obtížné startování a samozhasínání. Oprava by pravděpodobně obnášela výměnu pístní sady, válce, gufer klikového hřídele a karburátoru. Jako nejjednodušší řešení se nabízelo vyměnit motor za jiný kus nebo kompletní renovace. Po detailnějším prozkoumání jsem navíc objevil závadu na jednom z karterů. Zásadním defektem byl ulomený držák motoru, který je jedním ze čtyř bodů držících ho v rámu. Jelikož jsou kartery jedinou částí motoru, kterou nelze vyměnit, musel bych přistoupit k variantě výměny celého motoru.

Po konzultaci na odborných internetových fórech a hledání na bazarových portálech jsem musel konstatovat, že tato varianta je velice finančně nákladná a tudíž pro mě v současné nepřijatelná. Proto jsem se rozhodl, jak jsem již uvedl v kapitole 3.2, nahradit původní motor elektropohonem.



Obr. 17: Pokus o opravu původního motoru⁴⁸



Obr. 18: Moped v rozloženém stavu – po zakoupení⁴⁹

⁴⁸ Vlastní archiv

⁴⁹ Vlastní archiv

3.5.2 Renovace rámu a kapotáže

Po kompletní demontáži jsem se pustil do renovace rámu a kapotáže. Jelikož rám je nejdůležitější součástí mopedu, bylo třeba se na něj zaměřit jako první. Roky, kdy moped údajně ležel ve stodole, se projeví na množství koroze. Na dvou místech rámu bylo dokonce nutno užít svářečky a zkorodovaná místa vyvařit. Použil jsem svářecí přístroj MIG, který využívá ochrannou atmosféru CO₂ a plnicí drát je doplňován automaticky, tudíž je operace s ním jednoduchá a výsledek dosahuje poměrně vysoké kvality. Po vyvaření jsem sváry důkladně zarovnal a “zakitoval”. Poté jsem přistoupil k opravě nádrže a ostatních dílů kapotáže.

Oděrky a důlky na ostatních dílech (nádrž, vidlice, kyvná vidlice, nosič) byly opraveny buď tzv. “vytažením” nebo “zakitováním”. Povrchová koroze byla ošetřena tzv. pískováním (proces, při kterém se sypký abrazivní materiál stlačeným vzduchem nanáší na obrobek, nejměkčí části se obrušují jako první (rez nebo lak) a zůstává jen holé železo) ve specializované firmě. Spolu s pískováním firma provedla i nástřik dílů plnicím a speciální dvousložkovou základovou barvou. Všechny potřebné díly jsem poté v domácích podmínkách nalakoval originálním odstínem původního modelu. Číslo barev jsem opět dohledával v dobové tabulce (viz příloha), kterou mi poskytl fanoušek z facebookového fóra. Jelikož odstíny byly adekvátní dnes užívané barevné stupnici systému RAL, bylo hledání příslušných barev velice snadné.

Chromové díly (řídítka, ráfky kol, blatníky) byly ošetřeny speciálními přípravky a poté vyleštěny. Bočnice na stranách pohonného ústrojí byly pod vodou vybroušeny speciálním abrazivním papírem.

Následovalo přebroušení všech závitů a šteftů na rámu, protože u takto starého mopedu je možno předpokládat jejich mechanické poškození nebo zanesení cizími prvky.

Posledním krokem bylo nalisování vodících misek pro ložiska uložení přední vidlice.



Obr. 19: Kompletace rámu⁵⁰

3.5.3 Uchycení motoru a zadní kyvné vidlice

Touto problematikou je nutné se zabývat z několika důvodů, především však proto, že je motor nosnou částí mopedu, přesněji řečeno, motor je připevněn k rámu a na motoru je připevněna kyvná vidlice. Proto bylo třeba vytvořit dvě poměrně komplikovaná technická řešení. Zároveň je vyžadována velká přesnost, protože nevhodným uchycením by mohlo dojít k vychýlení osy zadního kola, což by negativně ovlivnilo chování při provozu na komunikacích.

Nejprve bylo nutno uchytnout motor do těla kyvné vidlice. Motor má být uchycen ve čtyřech bodech. Jako nejjednodušší způsob se jevila možnost výroby čtyř úchytnů a jejich následné navaření na tělo motoru. Tuto variantu jsem také zvolil. Jako materiál úchytek byla zvolena “pásovina” o rozměrech 20x5mm o vyhovujících délkách podle technického nákresu. Poté do nich byly vyvrtány vždy dva otvory a ty na závěr propilovány pilníkem, až vznikly díry oválné. Motor jsem připevnil provizorně na své místo pomocí stahovacích svorek, poté jsem přiložil jednotlivé, předem připravené kotvící držáky, a “nabodoval” je na jejich místo. Vše sedělo perfektně, a proto jsem je po odejmutí motoru z kyvné vidlice pro snadnější manipulaci poctivě přivařil. Využil jsem opět, dříve už zmiňovanou, metodu MIG.

Pro druhou součást jsem jako provizorní řešení zvolil dva kusy profilu ve tvaru písmene “L” o rozměrech 40 x 40 mm a síle 3 mm. Jelikož byla na motoru již připravena kotvící platle, stačilo jen na každém konci držáků vyvrtat díru, jak pro motor, tak pro osu kyvné vidlice. Toto provizorní řešení se ovšem neosvědčilo, a proto jsem se navrátil k původnímu záměru vytvořit speciální díl spojující pohonné soustrojí s rámem. Tento díl bude spojoval kotvící platle na elektromotoru a samotný rám mopedu. Jelikož se jedná o složitější a vizuálně exponovaný prvek, byl jsem donucen použít k výrobě CNC plazmovou rezačku. Samotný

⁵⁰ Vlastní archiv

proces vypálení zajistila externí firma. Ta ovšem vyžaduje jako podklad pro vytvoření CMD kódu 3D nebo alespoň 2D model. Nejdříve jsem si změřil všechny potřebné parametry. Poté jsem se rozhodl, že jednodušší bude tento díl rozdělit na 4 kusy, které se nechají vypálit zvlášť a poté je svařím dohromady. Vytvořil jsem tedy návrh v počítačovém programu. Poté jsem návrh odeslal do externí firmy a čekal na výsledek. Následně bylo třeba zarovnat hrany jednotlivých dílů a svařit je metodou MIG. Finální úpravou bylo natření antikorozní ochranou a nastříkání barevným lakem.

K připevnění tohoto dílu užijeme na straně motoru 4 metrických šroubů o průměru 8 mm podložky, pérovky a matky. Na rám připevníme tento díl pomocí dlouhého metrického šroubu o průměru 10 mm, páru podložek, pérovky a dvou matek utažených systémem kontra.

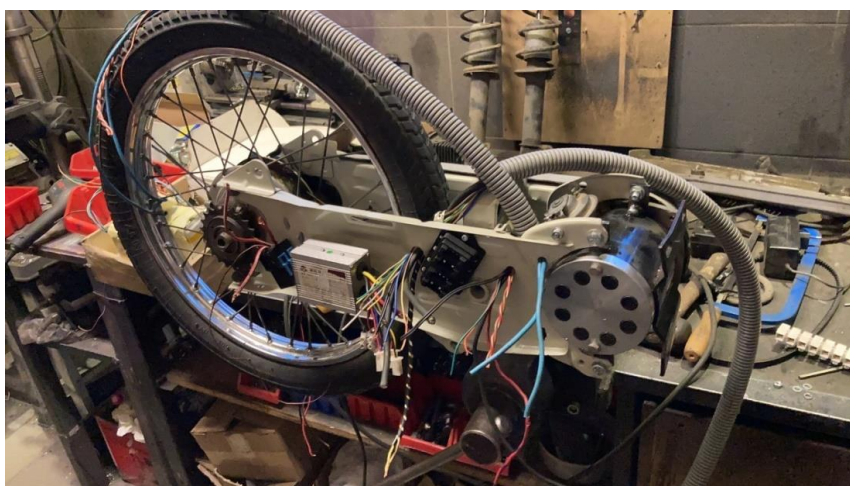


Obr. 20: Zkouška nejvhodnějšího rozložení komponentů pro elektrifikaci⁵¹

⁵¹ Vlastní archiv



Obr. 21: Rozměření potřebných vzdáleností pro uchycení motoru ⁵²



Obr. 22: Finální rozmístění komponentů a výsledné uložení motoru ⁵³

⁵² Vlastní archiv

⁵³ Vlastní archiv



Obr. 23: Vyrobené díly pro uchycení kyvné vidlice⁵⁴



Obr. 24: Vyrobené díly pro uchycení kyvné vidlice⁵⁵

⁵⁴ Vlastní archiv

⁵⁵ Vlastní archiv

3.5.4 Úprava převodového ústrojí

Z původního převodového ústrojí jsem použil značné množství dílů. Sériová jednostupňová převodovka byla kompletně zachována. Systém variátorů již nadále nebude potřeba užívat. Motor má oproti originálnímu dvoutaktnímu velký kroutící moment už od velmi nízkých otáček a mnohem lepší průběh výkonu. Z variátorů jsem proto ponechal jen jeden - zadní. Jak již bylo konstatováno v kapitole 2.5, zadní variátor slouží jen k dopínání převodového řemene, a proto pro nás zůstává nadále užitečný.

Dále užijeme motorovou řemenici o stálém průměru. Jako provizorní řešení jsem zvolil univerzální řemenici zakoupenou v obchodě specializovaném na zemědělskou techniku. Byla zhotovena z plastu ABS. Bylo ji třeba mírně upravit - převrtat středovou díru a zmenšit její šíři v oblasti osy motoru. Dále pak vytvořit drážku pro špalíček osy motoru. Předpokládal jsem, že toto řešení nebude plně dostačující, ale zajímalo mě, zda bude alespoň částečně fungovat. V případě, že by to tak bylo, zlevnila by se cena výroby.

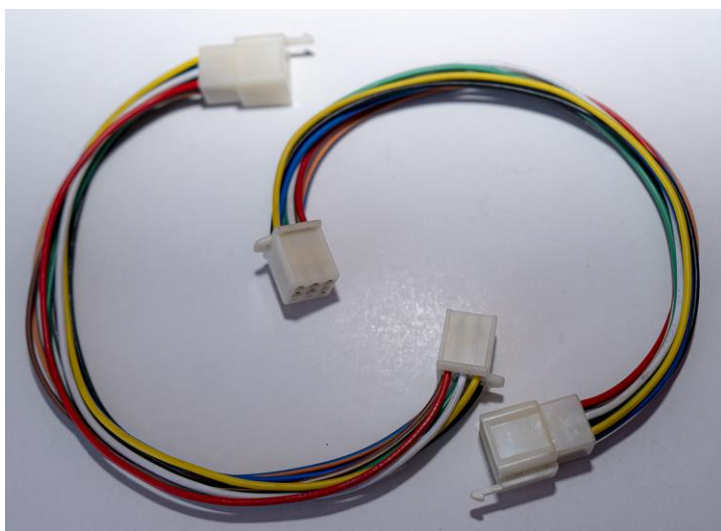
3.5.5 Elektroinstalace

Elektroinstalace bude kompletně vlastní výroby. Je vyžadováno, aby splňovala několik důležitých požadavků. Prvním je samozřejmě bezkompromisní funkčnost. Toho dosáhneme volbou správných kabelů, ale také vhodných konektorů.



Obr. 25: Jednotlivé typy konektorů 1⁵⁶

⁵⁶ Vlastní archiv



Obr. 26: Jednotlivé typy konektorů 2⁵⁷

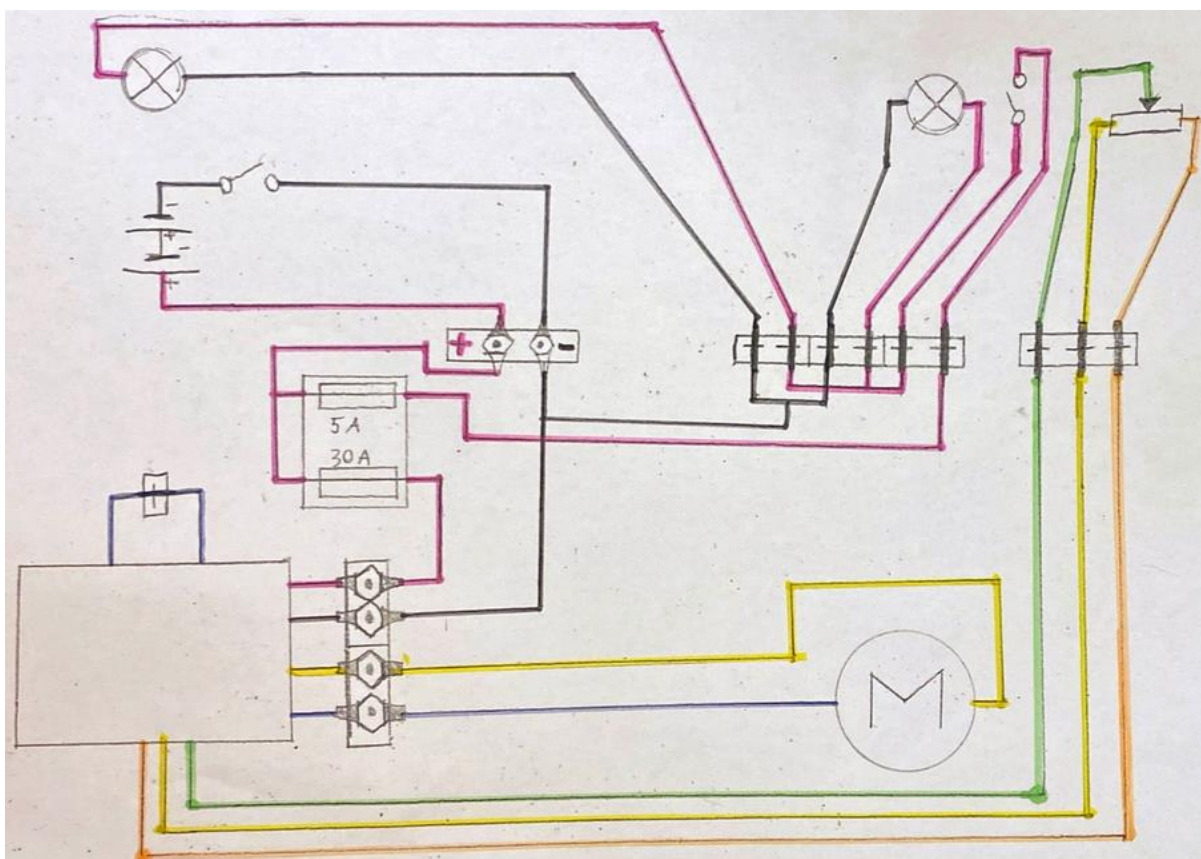
Dalším požadavkem je bezpečnost. Svazek musí být obalen v ochranném zapouzdření, aby nedošlo k jeho poškození vnějšími vlivy a následnému zkratu. Z důvodu bezpečnosti bude také obsahovat základní pojistkovou skříň. V neposlední řadě je třeba věnovat zvýšenou pozornost vhodnému barevnému a tvarovému rozlišení jednotlivých kabelů a konektorů, pro snadné a intuitivní zapojení jednotlivých prvků v případě, že by si zákazník sadu instaloval svépomocí. Toto rozlišení jednotlivých částí svazku je také velmi užitečné, pokud by po čase došlo k problému a bylo by potřeba vyměnit jen některé z vodičů.

Náš svazek je jednotný. Abychom však lépe a jednoduše mohli popsat jeho funkci, rozdělíme si ho na několik dílčích částí podle jejich účelu. První z nich se stará o přívod energie z baterií do pojistkové skříně a řídicí jednotky. Úkolem druhé části svazku je vést signál z ovládání na řídítkách do řídicí jednotky. Třetí zabezpečuje napájení elektromotoru. Poslední, přesto nepostradatelnou součástí, jsou vodiče zajišťující správnou funkci světel a klaksonu. Za příplatek je možno namontovat palubní počítač a integrovanou nabíječku. Všechno příslušenství na mopedu operuje v nominálním napětí 24 V. Ve svazku jsou instalovány vodiče různých průřezů. Akcelerátor a veškeré ovládání využívají vodiče o průřezu 1 mm. Pro světla a klakson jsou využity vodiče o průřezu 3 mm. Pro přívod energie, palubní počítač a zapojení motoru jsou pro zvýšenou bezpečnost upotřebeny vodiče o průřezu 5 mm. Pro propojení těchto vodičů s velkým průtokem elektrického proudu jsem zvolil šroubové konektory M6. Ty vyžadují umístění v pevném pouzdře zabezpečující izolaci jednotlivých terminálů. Jelikož byly vyžadovány jeho přesné rozměry a parametry, rozhodl jsem se užít technologie 3D tisku.

⁵⁷ Vlastní archiv



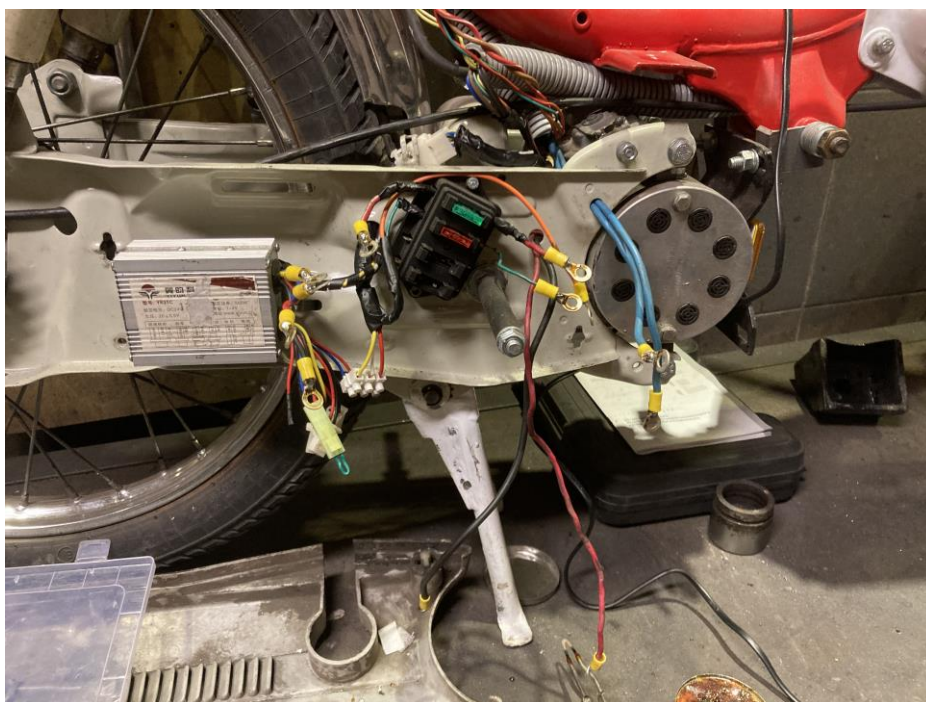
Obr. 27: Komponenty vyrobené na 3D tiskárně⁵⁸



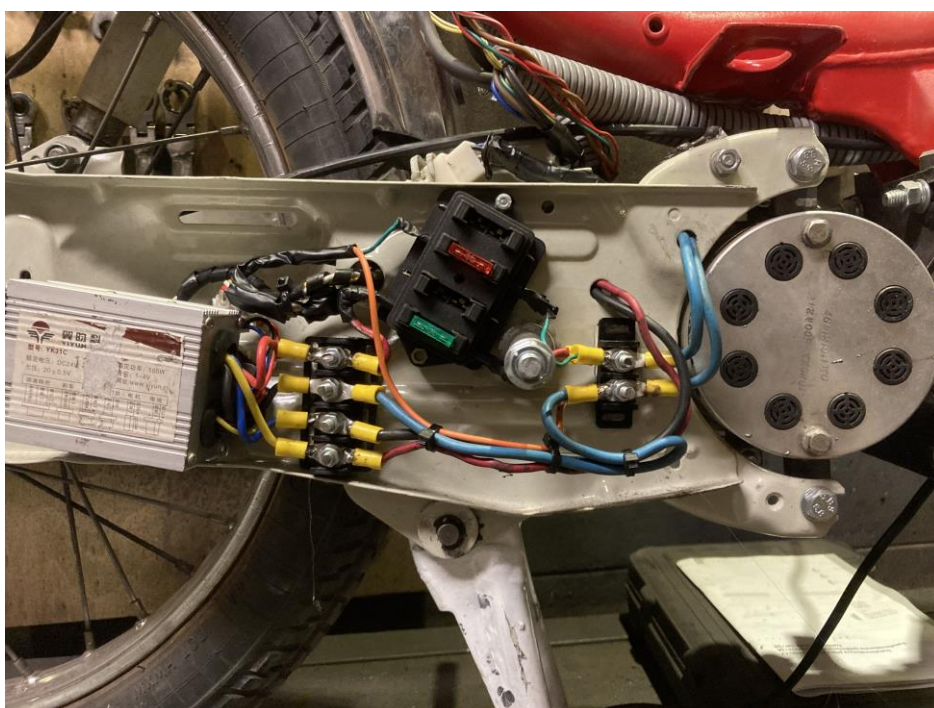
Obr.28: Nákres elektroinstalace⁵⁹

⁵⁸ Vlastní archiv

⁵⁹ Vlastní archiv



Obr. 29: Detaily zapojení před užitím pouzder⁶⁰



Obr. 30: Detaily zapojení po užití pouzder⁶¹

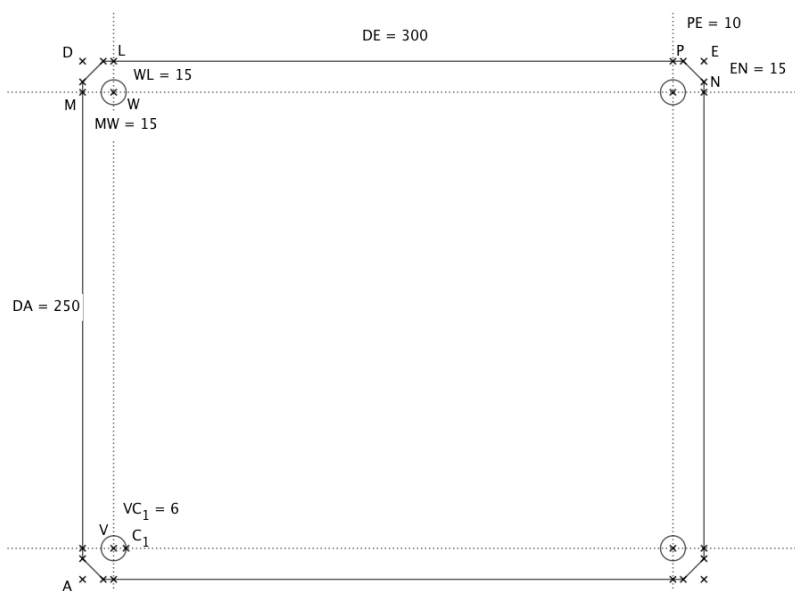
⁶⁰ Vlastní archiv

⁶¹ Vlastní archiv



Obr. 31: Část komponentů potřebných pro zástavbu⁶²

Součástí elektroinstalace bylo i umístění akumulátorů. Z důvodu zachování stylovosti jsem se rozhodl pro košík, který skvěle doplňuje retro design vozidla. Baterie jsou pak překryty speciálními překližkovými deskami vyříznutými na zakázku na CNC fréze.



Obr. 32: Technický náčrtek překližkových desek⁶³

⁶² Vlastní archiv

⁶³ Vlastní archiv



Obr. 33: Vyrobená překližková deska ⁶⁴

3.5.6 Zátěžové testy

Po dokončení přestavby bylo nutno otestovat všechny potřebné systémy a komponenty.



Obr. 34: Moped před dokončením ⁶⁵

⁶⁴ Vlastní archiv

⁶⁵ Vlastní archiv



Obr. 35: Moped před dokončením ⁶⁶

Moped byl proto podroben zátěžovým testům, které jsem uskutečnil na odlehle pozemní komunikaci. Výsledky je možno shrnout takto:

Uchycení motoru je vyhovující. Užití CNC plazmové rezačky při jeho výrobě se ukázalo jako skvělá volba. Provedení zaujme zejména dokonalým designem.

Brzdový systém je vyhovující, pouze je nutno ho seřídít.

Výkon motoru je dostatečný, efektivně se chladí, tudíž se nepřehřívá.

Regulátor výkonu motoru je vyhovující, nepřehřívá se. Odstupňování výkonu je velmi precizní, a proto je ovládání akcelérátoru velmi citlivé.

Baterie je zcela nevyhovující, což je způsobeno tím, že jsem pro test použil staré, značně opotřeбенé baterie. Při chodu klesá jejich napětí, tudíž není možno dosáhnout požadovaných ampér. Bude nutná jejich výměna za baterie nové.

Palubní počítač je plně vyhovující. Toto zjištění je velice překvapivé, jelikož jsem použil komponent určený pro RC modely.

Vysokonapěťové vedení je zcela nevyhovující. Přehřívá se, a proto jsou zde značné ztráty výkonu. To je způsobeno špatně zvoleným typem a průměrem kabelů. Důsledkem je i to, že při točení řídky dochází k rychlému opotřeбенí opláštění kabelů.

⁶⁶ Vlastní archiv

Převodové ústrojí se ukázalo jako částečně nevyhovující, což jsem i očekával. Dochází k deformaci řemene (odírání hran a prokluz). Je to pravděpodobně způsobeno tím, že jsem zvolil nejlevnější variantu a zakoupil universální díl. Bude třeba vytvořit nový návrh řemenice motoru, užít jiný materiál, tzn. PVC nahradit hliníkem. Tento komponent bude nutno nechat vyrobit na zakázku. Naopak se osvědčila ponechaná součást variátoru, která dle předpokladů automaticky dopínala řemen za jízdy.

Zvolený celkový převodový poměr je vhodný - moped dosahuje rychlosti 15 km/hod, ale bez problémů zvládá i terén s vyšším stoupáním. Tato skutečnost je překvapující, jelikož finální převod je zachován původní, avšak elektromotor operuje ve značně menším spektru otáček. Vysvětlení je možno hledat v řemenici s větším průměrem.

3.5.7 Odstranění zjištěných závad

Po provedení zátěžových testů, jsem začal pracovat na odstranění zjištěných závad.

Po konzultaci s odborníky jsem se rozhodl zachovat typ použité baterie, jelikož její jedinou vadou byla opotřebenost. Tzn. zakoupil jsem novou olověnou gelovou baterii.

Pro vysokonapěťové vedení jsem zakoupil kabely s průměrem 3,5 mm, které by již měly být dostatečně odolné proti zahřívání a mechanickému působení - ohýbání.

U převodového ústrojí bylo nutno vyměnit motorovou řemenici. K výrobě je třeba soustruh, kterým nedisponuji, tudíž jsem ji svěřil svému kamarádovi, který se se zaměřuje na tuto činnost. Jako materiál jsem vybral hliník, jelikož se lehce opracovává. Systém řemenic jsem zvolil zejména kvůli tomu, že má velice tichý chod, což koresponduje s celkovou koncepcí přestavby. Nespornými výhodami jsou i nízká cena a bezúdržbovost.

3.6 Představení produktu na veřejnosti na Maker Fair 2021 České Budějovice a zjišťování zpětné vazby

3.6.1 Expozice na festivalu Maker fair 2021

Po dokončení elektrifikace mopedu jsem se rozhodl ověřit praktické využití mého produktu a jeho případnou konkurenceschopnost na trhu, protože se domnívám, že právě to je jednou z nedůležitějších fází při vytváření a realizaci nějakého konceptu. Proto jsem se rozhodl zúčastnit se zářijového festivalu Maker Fair v Českých Budějovicích.

Jedná se o zcela unikátní projekt, jehož první ročník proběhl v roce 2006 v Kalifornii. Od roku 2018 pak probíhají tyto festivaly inovátorů v krajských městech po celé České republice. Své nápady z oblasti moderních technologií, vědy, designu, ale i tradičních řemesel

zde prezentují tzv. makeři. Okruh jeho návštěvníků je opravdu široký, takže jsem prezentaci na něm viděl jako ideální příležitost, jak zjistit, jak se dívají běžní lidé na můj nápad a zda by o můj produkt byl zájem na trhu. Jelikož akci navštěvují i rodiny s dětmi, využil jsem stavebnici Boffin a sestavil jednoduchý elektrický obvod, na kterém bylo ukázáno, jak moje elektrická přestavba funguje.

Víkendová akce se konala v Žižkárně. Prezentovalo se zde téměř 40 vystavovatelů a navštívilo ji okolo 2 000 lidí. Velice mě potěšila pozitivní reakce na mou prezentaci. Během dvou dní se zde zastavilo cca 250 osob, převažovali samozřejmě muži. Velice kladně hodnotili stylový design a snahu o citlivou renovaci.

Přínosná a konstruktivní byla i debata s ostatními „makery“, která proběhla po skončení akce.



Obr. 36: Expozice mého projektu ⁶⁷

⁶⁷ Vlastní archiv



Obr. 37: Předvedení konceptu návštěvníkům⁶⁸



Obr. 38: Ukázky principu elektrifikace pomocí stavebnice Boffin⁶⁹

⁶⁸ Vlastní archiv

⁶⁹ Vlastní archiv



Obr. 39: Předvedení konceptu návštěvníkům ⁷⁰



Obr. 40: Předvedení konceptu návštěvníkům ⁷¹

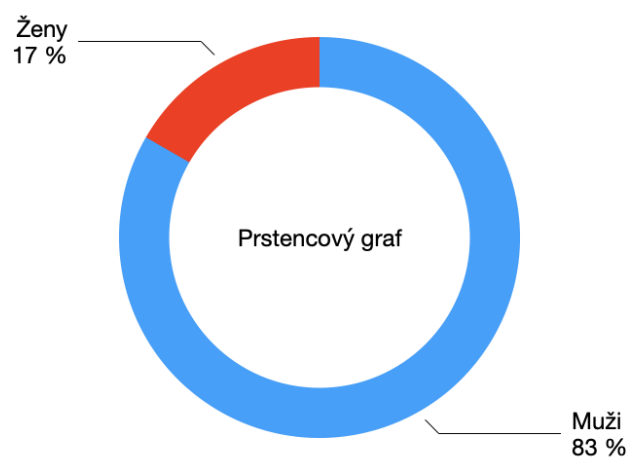
Přínosná a konstruktivní byla i debata s ostatními makery, která proběhla po skončení akce.

⁷⁰ Vlastní archiv

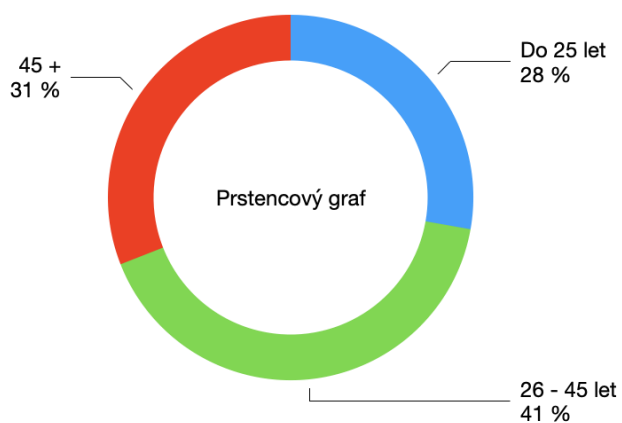
⁷¹ Vlastní archiv

3.6.2 Dotazník a jeho vyhodnocení

Pro zjištění zpětné vazby jsem si vytvořil krátký dotazník. Odpověď jsem získal od 126 respondentů, jejichž struktura znázorňují níže uvedené grafy.



Graf 1: Struktura respondentů podle pohlaví ⁷²



Graf 2: Struktura respondentů podle věku ⁷³

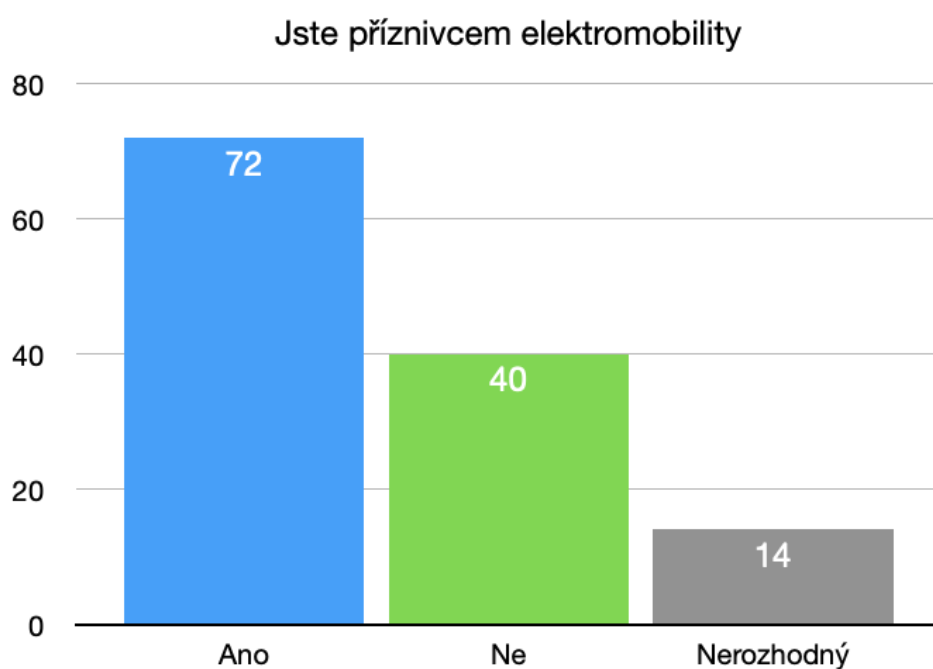
⁷² Vlastní archiv - Excel

⁷³ Vlastní archiv

Dotazník obsahoval těchto 6 uzavřených otázek.

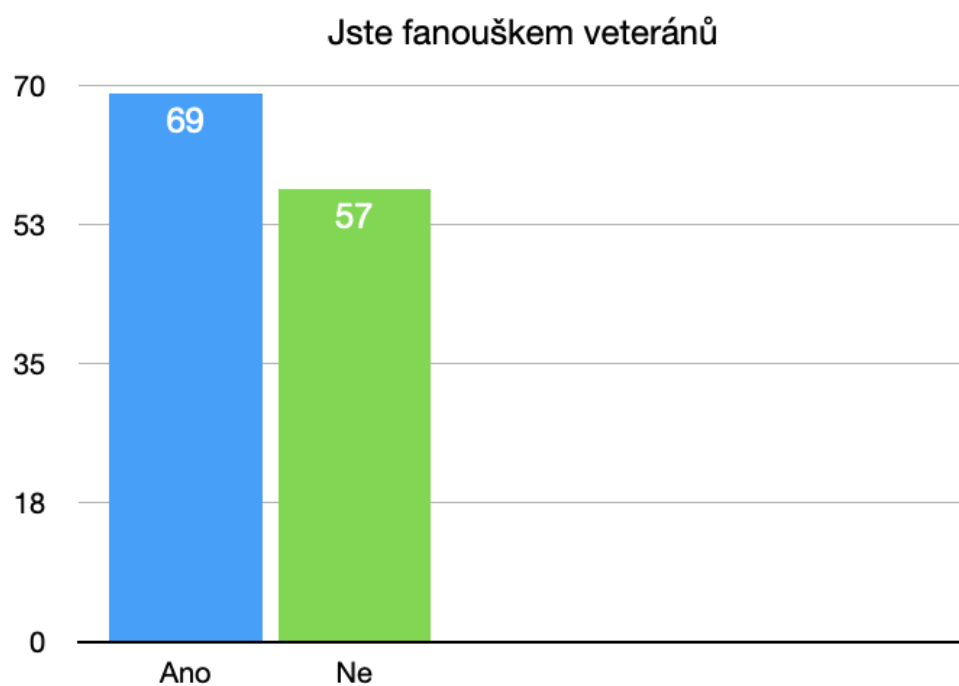
1. Jste příznivcem elektromobility
2. Jste fanouškem veteránů
3. Vlastnil jste někdy moped
4. Jakou cenu byste byl/a ochoten u této sady akceptovat - 12.000,- Kč, 16.000,- Kč, 20.000,- Kč
5. Jaká pozitiva shledáváte u tohoto konceptu - stylový design, komfort, bezpečnost, udržitelnost, snadná údržba
6. Jaká negativa shledáváte u tohoto konceptu - vysoká cena přestavby, nutnost vlastního sestavení, komfort, slabý výkon, nízká maximální rychlost

Výsledky jsem zpracoval do přehledných grafů.

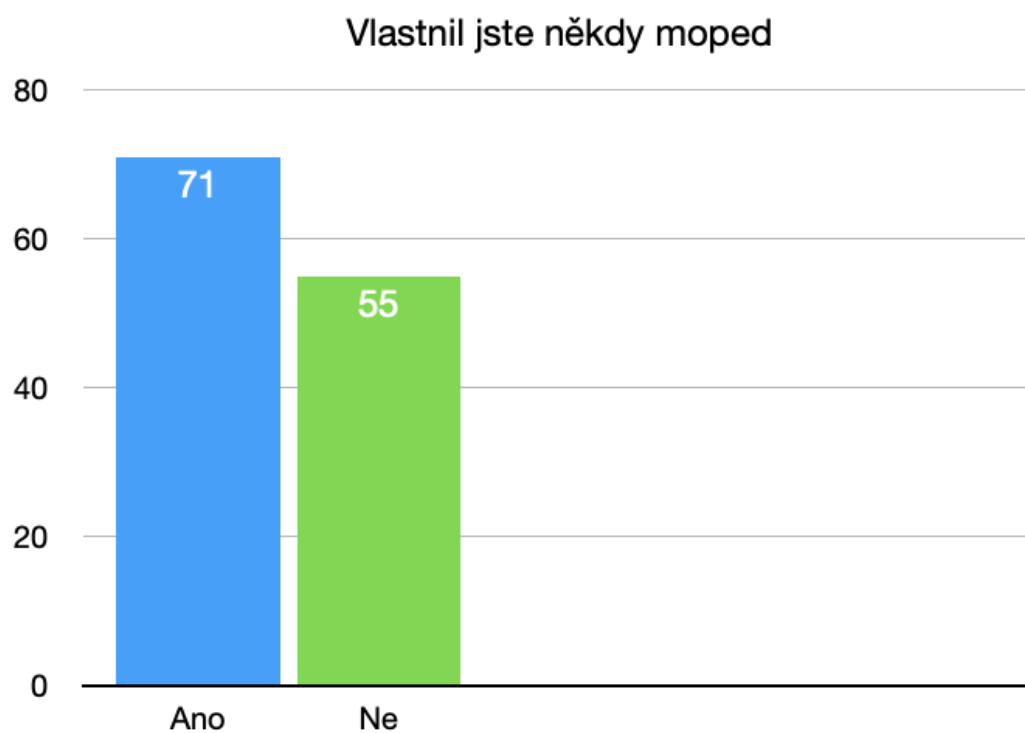


Graf 3: Vyhodnocení otázky č. 1 ⁷⁴

⁷⁴ Vlastní archiv - Excel



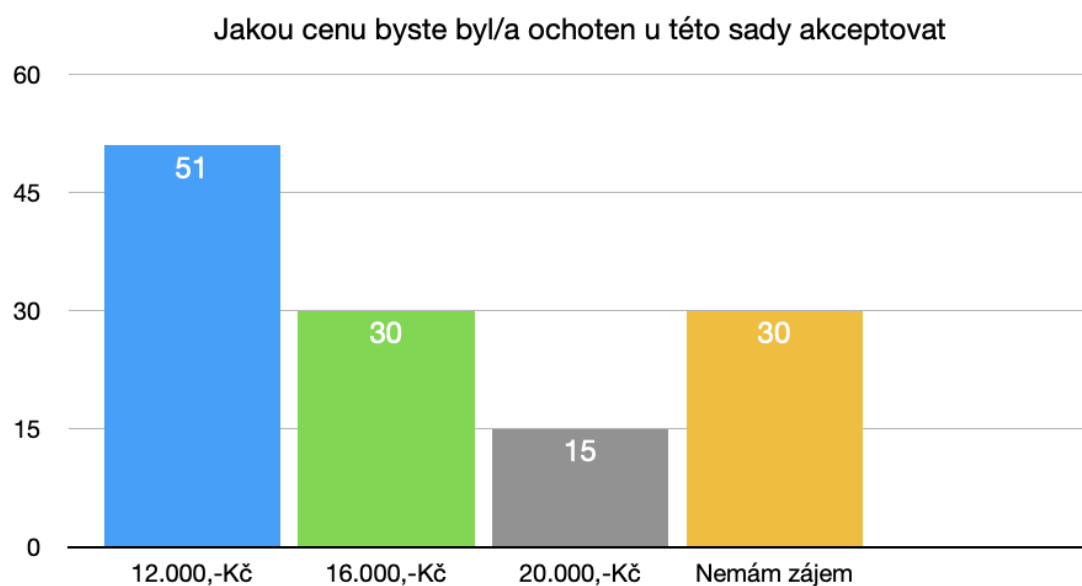
Graf 4: Vyhodnocení otázky č. 2 ⁷⁵



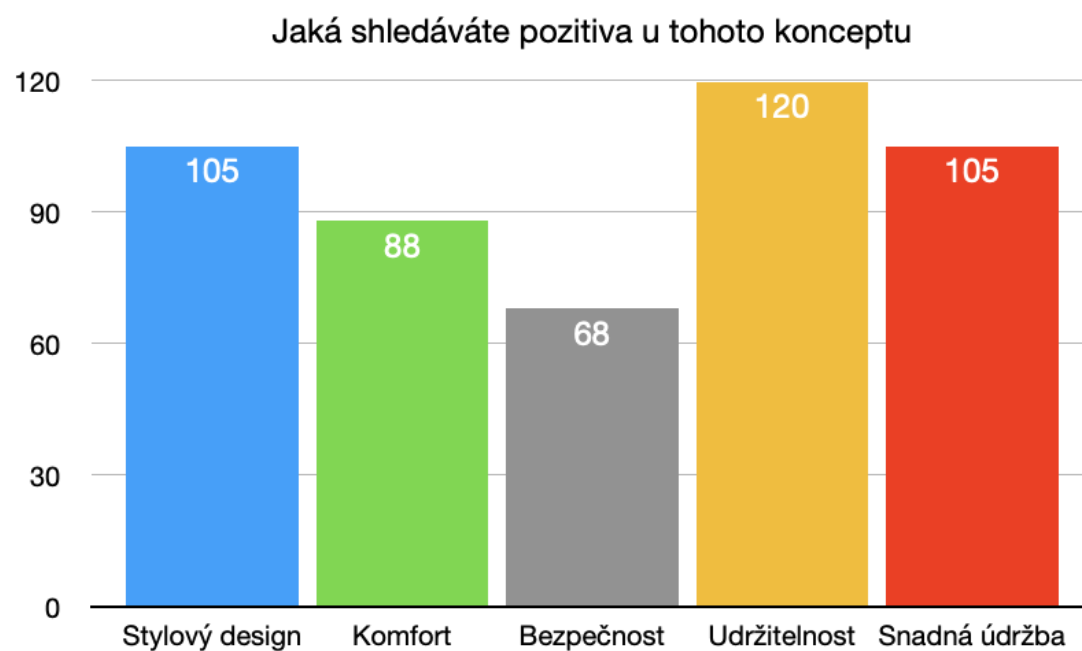
Graf 5: Vyhodnocení otázky č. 3 ⁷⁶

⁷⁵ Vlastní archiv - Excel

⁷⁶ Vlastní archiv - Excel



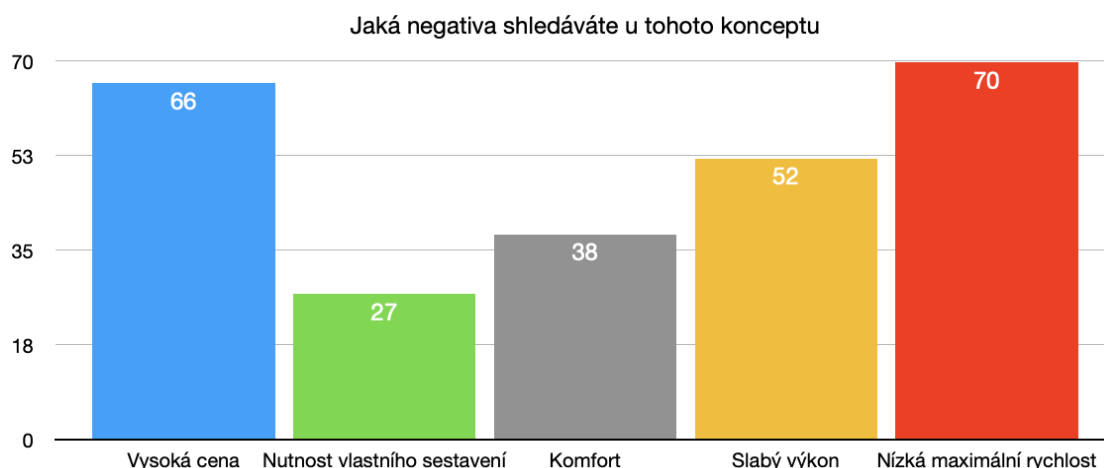
Graf 6: Vyhodnocení otázky č. 4 ⁷⁷



Graf 7: Vyhodnocení otázky č. 5 ⁷⁸

⁷⁷ Vlastní archiv - Excel

⁷⁸ Vlastní archiv - excel



Graf 8: Vyhodnocení otázky č. 6 ⁷⁹

3.6.3 Analýza dotazníkového šetření

V úvodu analýzy dotazníkového šetření je nutno zopakovat, že respondenty byli pouze návštěvníci festivalu Maker Fair. Jedná se o specifickou skupinu, odlišnou od běžné populace. Najdeme mezi nimi převážně technické nadšence, kutily, kreativce, vyznavače udržitelného způsobu života a recydingu. Festival je také hojně navštěvován i rodinami s dětmi. Předpokládám, že právě takoví lidé, by mohli být mou cílovou skupinou, takže pro můj záměr má dotazník vysokou vypovídající hodnotu.

Většinu výše uvedených skutečností potvrzují i výsledky dotazníkového šetření.

Jak je vidno, v převaze byli příznivci elektromobility (71:55) a veteránů (69:57). Nejvíce překvapivě pro mě bylo zjištění, že většina návštěvníků vlastnila někdy moped (71).

Pozitivním zjištěním bylo, že 45 návštěvníků, by mohlo být potencionálními zákazníky mé přestavby. Dle předpokladu a výše avizované struktury respondentů by většina dala přednost pouze koupi sady a montáži svépomocí.

U otázky číslo 5 jsem očekával vyšší počet respondentů oceňujících stylový design, jelikož ten je hlavním účelem mé přestavby. Ale překonala ho udržitelnost.

⁷⁹ Vlastní archiv - Excel

Hlavním negativem shledali respondenti nízkou maximální rychlost. Tento deficit by bylo možno řešit výkonnějším motorem, avšak toto řešení považují za nesmyslné, jelikož by se tím ekektropomed přesunul do kategorie malého motocyklu a k jeho by bylo vyžadováno řidičské oprávnění a nutnost uhradit každoročně povinné ručení. Tím bychom přišli o nesporné výhody tohoto konceptu. Vysoká cena, která byla druhou volbou mezi negativy, se dala očekávat, jelikož díly jsem nakupoval za maloobchodní ceny, což výrazně ovlivnilo finální cenu přestavbové sady. Také jsem použil kvalitní, ale drahé akumulátory německé výroby, které by bylo možno nahradit levnější variantou asijské výroby. V případě zakázkové výroby většího rozsahu by se cena zcela jistě snížila.

3.7 Posouzení konkurenceschopnosti v případě uvedení na trh

Důležitým aspektem, který je nutno zvážit je i cenová konkurenceschopnost projektu v případě uvedení na trh.

Elektrické mopedy a skútry jsou v centru zájmu mnoha výrobců. Pořizovací ceny těchto strojů jsou kolem 25.000,- Kč. Jak vidíme z výše uvedené tabulky v kapitole 3.4, náklady na elektrifikaci Hondy Camino činily 13.300,- Kč. Cena prodejní sady bez montáže by činila 17.000,- Kč, cena s montáží by se navýšila na 20.000,- Kč. Z toho je zřejmé, že tato přestavba je zajímavá zejména pro kutily, kteří si dokážou celý proces zrealizovat samy. Ocení ji samozřejmě i ti, kteří dbají na styl. Vzhled kultovního mopedu ze 70. let zcela jistě předčí design prodávaných čínských produktů.

Elektrifikace automobilových veteránů má totiž řadu příznivců a stala se velice výdělečným businessem. Tímto směrem se vydaly i známé automobilky jako Jaguar (roadster E- type), Volkswagen - společnost eClassics (Brouk, E – classic Bulli), 10 % podíl v britské elektromobilní firmě specializující se na elektrifikaci klasických veteránů koupil i slavný fotbalista David Beckham. Nutno říci, že tyto přestavby jsou velice nákladnou záležitostí, ale přesto si najdou řadu zákazníků.

Domnívám se proto, že by podobný zájem mohla vzbuzovat i elektrifikace kultovního mopedu.

Jaká je tedy konkurence mého projektu:

1. Sada pro Honda CUB

Honda CUB (Honda 50) je se 100 milióny vyrobenými kusy nejprodávanějším motorovým vozidlem v historii.

Kompletní sada e - CUB včetně baterie a nabíječky je aktuálně nabízena společností Shanghai Customs za cenu 2.799 dolarů.

Srovnání sady Honda e – CUB⁸⁰ a přestavbové sady Honda Camino:

	Honda Camino	Honda CUB
Elektromotor	500 W - schopný výkonu max 700 W	1000 W - schopný max výkonu 2000 W (umístěný v zadním náboji)
Akumulátor	Olověný trakční	lithium - iontové články Panasonic GA GA 18650 3,7 V 3 500 mAh
Doba nabíjení	4 hodiny	4 hodiny
Dojezd	30 km	45 km
Maximální rychlost	20 km/h	45 km/h
Cena	13. 300,- Kč	2. 799 dolarů

Tab. 3: Porovnání přestavbových sad Honda Camino a Honda e – CUB

80 Honda eCub – A Honda Cub Electric Conversion Kit By Shanghai Customs. [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://silodrome.com/honda-cub-electric-conversion-kit/>

2. Ola S1

Elektrický scooter indické společnosti Ola electric byl uveden na trh v letošním roce. Co se týká technických parametrů (dojezd 181 km, maximální rychlost 90 km/h, za 18 minut dobítí 75km) a ceny (29.000,- Kč) nemůže mu má přestavbová cena konkurovat.

Avšak můj projekt je zejména o upcyclingu a stylovém designu. V těchto aspektech předčí indický koncept.



Obr. 42: Scooter Ola S1 ⁸²

Městské elektrokolo

Velkým konkurentem mého konceptu jsou elektrokola. I v tomto segmentu bylo velice obtížné najít elektrokolo cenově srovnatelné s mou sadou. Nakonec jsem objevil městské elektrokolo Beatrix, jehož prodejní cena je 13.290,-Kč a patří k nejlevnějším na trhu.

⁸² Macháč, Roman. Elektrický skútr, který poblázní celý svět! Nabízí dechberoucí parametry a nízkou cenu [online]. 16.8. 2021 [cit. 1.12. 2021]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/elektricky-skutr-ola-s1-nabizi-skvele-parametry-a-cenu>



Obr. 43: Elektrokolo Beatrix ⁸³

	Honda Camino	Elektrokolo Beatrix
Elektromotor	kartáčový motor se sériovým buzením, výkon - 500 W, napětí - 24 V	Bezkartáčový v zadním náboji, 250 W
Akumulátor	Olověný trakční	Li-ionn, 24 V. 10.6 Ah
Doba nabíjení	4 hodiny	4 – 6 hodin
Dojezd	30 km	35 km
Maximální rychlost	20 km/h	25 km
Cena	13.300,- Kč	13.290,- Kč

Tab. 4 Porovnání parametrů elektropřestavby Honda Camino a elektrokola Beatrix ⁸⁴

⁸³ Kolo4u Elektrokolo Beatrix [online]. [cit. 1.12. 2021]. Dostupné z: <https://www.mall.cz/jizdni-kola/kolo4u-elektrokolo-beatrix-100035758886>

⁸⁴ Vlastní archiv - excel

Jak je možno vidět ze srovnání, nabízí můj koncept za stejnou cenu více než jedenkrát vyšší výkon motoru. Moped byl koncipován na vyšší rychlost, a proto je vybaven výkonnějšími brzdami a širšími plášti, které zaručují větší přilnavost a tím i bezpečnosti. Opět je nutno vyzdvihnout stylovost. Proto se domnívám, že má přestavba je pro zákazníka lepší volbou.

4. Polestar Maka Flex

Tomuto modelu nemůže můj nízkorozpočtový koncept v žádném případě konkurovat. Avšak stojí za zmínku z důvodu jeho jedinečného designu a unikátního řešení nabíjení. Moped Polestar Maka Flex je příplatkovou výbavou elektroautomobilu Polestar II. Nabízí možnosti nabíjení při převozu na tažném zařízení připojeném k elektromobilu. Řidič tak může při příjezdu do města ponechat vozidlo na záchytném parkovišti, odpojit elektrický moped a vjet do centra města, kde jsou vyžadovány nulové emise, nebo tam není možno zaparkovat.

Prozatím nebyly zveřejněny přesné ceny a dodací lhůty, ale začínat by se mělo na 3.800 dolarech a prodej by měl být zahájen již v roce 2022.



Obr. 44: Moped Polestar Maka Flex⁸⁵

⁸⁵ Bergmann, Petr. Elektrický moped, který se umí nabíjet za jízdy? Není to tak, jak si myslíte! [online]. 8.9. 2021 [cit. 2.12.2021]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/elektricky-moped-polestar-cake-makka>

3.8 Zhodnocení výsledku a smyslu přestavby

Po úpravách provedených po zátěžových testech je moped plně funkční. Po dokončení přestavby jsem ho téměř každodenně užíval, nejčastěji pro jízdy na krátké vzdálenosti do 2 km, tzn. malé nákupy, cesta na poštu, návštěva prarodičů. Ve srovnání s automobilem odpadá nutnost přípravy na jízdu a hledání parkovacího místa, nedochází k opotřebení motoru automobilu, což je problémem při provozu na krátké vzdálenosti (zejména u naftových motorů).

Nejvíce si cením navržené úpravy převodového ústrojí, která dopadla nad mé očekávání. Pyšný jsem i na provedení držáku motoru, kde se osvědčilo využití CNC plazmové řezačky.

Jelikož se elektromobilita rychle vyvíjí, bude vhodné provádět up- grade jednotlivých komponentů - motor, baterie a řídicí jednotky, aby bylo dosaženo lepšího výkonu, dojezdu a efektivity.

Do budoucna bych se chtěl zaměřit na uskutečnění koncepce s využitím solárních panelů. Jelikož má moped velmi malou spotřebu energie, bylo by nejvhodnější variantou spojení mopedu s malou soukromou solární elektrárnou umístěnou např. na zahradě. Jeden pár solárních panelů o standartní velikosti by byl schopen moped nabít na dojezdovou vzdálenost 10 km během pár hodin slunečního svitu. Nevýhoda solárních panelů, kterou je možnost nabíjení pouze během dne a při patřičném slunečním svitu, pro nás není omezující, jelikož moped je většinou využíván pouze při příznivém počasí. Můžete být plně nezávislí a máte jistotu, že jezdíte na opravdu “zelenou” energii. I kdyby nebyla elektřina ze zeleného zdroje, emise budou stále výrazně nižší než u běžného benzínového motoru.

4 ZÁVĚR

V úvodu práce jsem si stanovil cíl, kterým měla být přestavba klasického veteránského mopedu Honda Camino s dvoutaktním benzínovým motorem na motocykl s elektrickým pohonem vytvořeným dle vlastního návrhu. Jsem potěšen, že mohu konstatovat, že po roční práci jsem vytyčeného cíle dosáhl. Přestavba je plně plug & play, provoz je ekonomický a udržitelný. V zásadě jsem ho i překonal, protože při zahájení práce na mém projektu jsem plánoval pouze uskutečnění přestavby a nakonec došlo i na prezentaci projektu na veřejnosti. Důvodem byla skutečnost, že jsem se během realizace mého technického řešení setkával s kladnými odezvami a dokonce se objevili i zájemci o koupi mé sady. Přemýšlel jsem, jak zúročit práci a čas, který jsem projektu věnoval. Mým snem je podnikat v oblasti strojírenství a automobilů, a proto jsem využil příležitost prezentovat projekt na festivalu Maker Fair a zjistit, jakou odezvu by měl můj produkt u veřejnosti. Získal jsem tak navíc i cenné dovednosti z oblasti marketingu, ekonomiky a podnikání.

Jsem velice rád, že jsem se rozhodl účastnit se SOČ. Sice mám za sebou realizaci několika technických projektů (stavba motokáry, renovace mopedů, opravy elektrokol), ale nikdy nebylo nutno zpracovat k nim teoretický výstup a prezentovat se před odborníky. Jak už jsem uvedl v úvodu, jsem člověk praktický a učím se hlavně tím, že si vše vyzkouším. Při práci na tomto projektu jsem byl zároveň nucen změnit systém své práce a prostudovat spoustu odborné literatury, článků na internetu a zejména pak tato fakta zpracovat do písemné podoby.

Jsem zastáncem popularizace techniky přístupnou formou, a tak jsem se i tuto práci snažil napsat tak, aby byla čtivá, ale zároveň přínosná po odborné stránce. Doufám, že se mi to podařilo a věřím, že zkušenosti a vědomosti nabyté při zpracovávání této práce využiji při mém studiu na některé z technických univerzit, kam bych rád v budoucnu směřoval.

5 SEZNAM LITERATURY

BERKA, Štěpán. Elektrotechnická schémata a zapojení v praxi. Praha: Computer Press a.s., 2015. ISBN: 9788025145982.

HROMÁDKO, Jan. Speciální spalovací motory a alternativní pohony: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-4455-1.

KAMEŠ, J. Alternativní pohony automobilů. Praha: BEN - technická literatura, 2004. 232 s. ISBN 80-7300-127-6

KOBRLE, Pavel. Elektrické pohony a jejich řízení. 3. přeprac. vyd. Praha: ČVUT, 2019. ISBN: 978-80-254-1805-5.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 4. dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008. ISBN 978-80-7361-051-7.

RODGERS, Chris. Honda PA50 Camino 1976-87 U.K.Models, 1978-80 U.S.Models Owners Workshop Manual. Newbury Park: Haynes Manuals Inc. 1987. ISBN 10: 1850103968

ROUBÍČEK, Ota. Elektrické motory a pohony: příručka techniky, volby a užití vybraných druhů. Praha: BEN - technická literatura, 2004. ISBN 80-7300-092-X.

VLK, František. Alternativní pohony motorových vozidel: [zemní plyn CNG, ropný plyn LPG, biopaliva, etanol a metanol, elektrina, vodík]. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. ISBN 80-239-1602-5.

Elektronické zdroje:

Bergmann, Petr. Elektrický moped, který se umí nabíjet za jízdy? Není to tak, jak si myslíte! [online]. 8.9. 2021 [cit. 2.12.2021]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/elektricky-moped-polestar-cake-makka>

Bergmann, Petr. Historie elektromobilů může být až překvapivě zajímavá! Znáte skutečnou pravdu? [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/historie-elektromobilu-od-prvniho-elektromotoru-po-soucasnost>

Boulanger, Gary. The Current: Mike Corbin, E-Bike Pioneer [online]. 23. 8. 2018 [cit. 25. 11. 2021]. Dostupné z: <https://thevintagent.com/2018/08/23/the-current-mike-corbin-e-bike-pioneer/>

Budoucnost elektřiny v dopravě. [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/tematicke-specialy/elektromobilita/elektromobilita-roste-o-desitky-procent-evropa-uz-predbehla-cinu-1381185>

Elektrické motory. Elektro odborný časopis pro elektrotechniku [online]. Dostupné na: http://www.odbornecasopisy.cz/flipviewer/2015/25/_25_2015/index.html#p=1

Elektromobily versus automobily: Kdo lámal první rychlostní rekordy [online]. 9.1. 2015 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/elektromobily-vs-automobily>

Enfield 8000. [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.imps4ever.info/specials/enfield/index.html>

Holubář, Adam. Připouští současná právní úprava pohyb elektrokoloběžek tam, kde se s nimi běžně setkáváme? [online]. 23.11. 2020- Dostupné z: <https://www.pravniprostor.cz/clanky/ostatni-pravo/pripousti-soucasna-pravni-uprava-pohyb-elektrokolobezek-tam-kde-se-s-nimi-bezne-setkavame>

Honda Camino. [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: http://www.mofa-museum.de/html/honda_camino.html

Honda eCub – A Honda Cub Electric Conversion Kit By Shanghai Customs. [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://silodrome.com/honda-cub-electric-conversion-kit/>

Honda PA model info. In: Moped Army [online]. 21.9. 2008 [cit. 28.11. 2021]. Dostupné z: https://www.mopedarmy.com/wiki/Honda_PA_Model_Info

Hoříčik, Jan. Elektromotorka. [online]. 27. 9. 2010 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.hybrid.cz/elektromotorka/>

Kolo4u Elektrocolo Beatrix [online]. [cit. 1.12. 2021]. Dostupné z: <https://www.mall.cz/jizdni-kola/kolo4u-elektrokolo-beatrix-100035758886>

Králová, Magda. Elektromotory [online]. [cit. 28. 11. 2021]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/elektromagneticka-indukce/elektromotory>

Macháč, Roman. Elektrický skútr, který poblázní celý svět! Nabízí dechberoucí parametry a nízkou cenu [online]. 16.8. 2021 [cit. 1.12. 2021]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/elektricky-skutr-ola-s1-nabizi-skvele-parametry-a-cenu>

PA 50 Camimo, [online]. 20. 9. 2021 [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://cdn.website-editor.net/7d17f05dbf9840a68778ce16c73f1790/files/uploaded/PA50%252C%25201986%2520Brochure.pdf>

Socovel 1942 electric motorcycle 2806 [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.yesterdays.nl/product/socovel-1942-electric-motorcycle-2806/>

Špína, Martin. [online]. 21. 4. 2021. Akumulátory a pohonné systémy elektrických vozidel - EV (1. díl) [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektromobilita/akumulatory-a-pohonne-systemy-elektrickych-vozidel-ev-1-dil>

Vokáč, Luděk. První hybridní vůz postavil Čech. Buď Křížík nebo Porsche. [online]. 5.9. 2009. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/prvni-hybridni-vuz-postavil-cech-bud-krizik-nebo-porsche.A091023_002851_automoto_vok

2022 Tesla Model Y will get standard Range version. [online]. 1. 2. 2021 [cit. 3. 12. 2021]. Dostupné z: <https://2022suvs.com/2022-tesla-model-y>

Zákony pro lidi [online]. [cit. 21. 11. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-56#cast5>

6 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obr. 11: Legendární automobil Belgičana Jenatzyho

Obr. 12: Elektromobil Františka Křížíka

Obr. 13: Hybridní vůz Lohner – Porsche Mixte

Obr. 14: Enfiled 8000

Obr. 15: Užitkový elektromobil EMA

Obr. 16: Tesla Y – 2022

Obr. 17: Motocykl belgické firmy Socovel

Obr. 18: Mike Corbin se svým silničním elektromotocyklem

Obr. 19: Stejnoseměrný elektromotor

Obr. 20: Střídavý elektromotor

Obr. 11: Dobový prospekt s technickými údaji

Obr. 12: Dobový reklamní prospekt k motocyklu Honda Camino

Obr. 13: Dobový prospekt

Obr. 14: Kartáčový stejnosměrný motor

Obr. 15: Regulátor PWM

Obr. 16: Akumulátor

Obr. 17: Pokus o opravu původního motoru

Obr. 18: Moped v rozloženém stavu – po zakoupení

Obr. 19: Kompletace rámu

Obr. 20: Zkouška nejvhodnějšího rozložení komponentů pro elektrifikaci

Obr. 21: Rozměření potřebných vzdáleností pro uchycení motoru

Obr. 22: Finální rozmístění komponentů a výsledné uložení motoru

Obr. 23: Vyrobené díly pro uchycení kyvné vidlice

Obr. 24: Vyrobené díly pro uchycení kyvné vidlice

Obr. 25: Jednotlivé typy konektorů 1

Obr. 26: Jednotlivé typy konektorů 2

Obr. 27: Komponenty vyrobené na 3D tiskárně

Obr. 28: Náskres elektroinstalace

Obr. 29: Detaily zapojení před užitím pouzder

Obr. 30: Detaily zapojení po užití pouzder

Obr. 31: Část komponentů potřebných pro zástavbu

Obr. 32: Technický náskres překližkových desek

Obr. 33: Vyrobená překližková deska

Obr. 34: Moped před dokončením

Obr. 35: Moped před dokončením

Obr. 36: Expozice mého projektu

Obr. 37: Předvedení konceptu návštěvníkům

Obr. 38: Ukázky principu elektrifikace pomocí stavebnice Boffin

Obr. 39: Předvedení konceptu návštěvníkům

Obr. 40: Předvedení konceptu návštěvníkům

Obr. 41: Přestavbová sada Honda e – CUB

Obr. 42: Scooter Ola S1

Obr. 43: Elektrokolo Beatrix

Obr. 44: Moped Polestar Maka Flex

Tab. 1: Přehled vyráběných variant Honda Camino

Tab. 2: Kalkulace nákladů na přestavbu mopedu

Tab. 3: Porovnání přestavbových sad Honda Camino a Honda e – CUB

Tab. 4: Porovnání parametrů elektropřestavby Honda Camino a elektrokola Beatrix

Graf 1: Struktura respondentů podle pohlaví

Graf 2: Struktura respondentů podle věku

Graf 3: Vyhodnocení otázky č. 1

Graf 4: Vyhodnocení otázky č. 2

Graf 5: Vyhodnocení otázky č. 3

Graf 6: Vyhodnocení otázky č. 4

Graf 7: Vyhodnocení otázky č. 5

Graf 8: Vyhodnocení otázky č. 6