

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Technologický vývoj osobních elektrických
dopravních prostředků**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Libor ŠVEHLA**

Osobní číslo: **E14B0036K**

Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**

Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**

Název tématu: **Technologický vývoj osobních elektrických dopravních prostředků**

Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište druhy motorů využívaných v osobních elektrických dopravních prostředcích.
2. Popište technologie a principy napájení v osobních elektrických dopravních prostředcích.
3. Porovnejte vlastnosti jednotlivých druhů osobních elektrických dopravních prostředků a zhodnoťte jejich využitelnost.
4. Popište směry budoucího vývoje osobních elektrických dopravních prostředků.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah kvalifikační práce: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce:

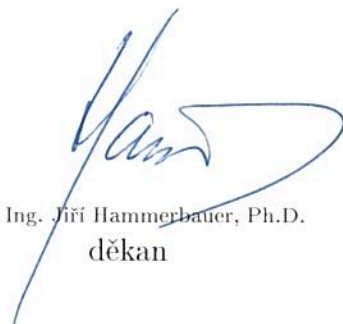
Ing. Pavel Světlík

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

Datum zadání bakalářské práce: **14. října 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **8. června 2017**

Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan



Prof. Ing. Václav Kús, CSc.
vedoucí katedry



V Plzni dne 14. října 2016

Abstrakt

Bakalářská práce je věnována tématice technologického vývoje osobních dopravních prostředků, kde můžeme vidět progresivní a inovativní přístup při vytváření nových přístrojů, které se v moderní době snaží být nejen ekonomické, ale též dbají na stránku ekologickou. V práci jsou popsány konkrétní dopravní prostředky, shrnut jejich historický vývoj a informace týkající se jak kvalitativního tak kvantitativního měřítka. Práce se též zabývá motory a akumulátory, jež jsou v osobních elektrických dopravních prostředcích využívány. Bakalářská práce též obsahuje dotazníkové šetření související s preferencí elektrických dopravních prostředků respondentů a jejich možným budoucím vývojem.

Klíčová slova

Osobní elektrický dopravní prostředek, motor, akumulátor, budoucí vývoj, Segway, elektrokolo, elektrický skútr, Onewheel, Onebike, elektrická motokára, BLDC, PMSM

Abstract

The bachelor theses is focused on the topic of technological development of personal electric vehicles, where we can see a progressive and innovative approach in the creation of new devices which try to be not only economical but also ecological. This theses describes specific electric vehicles, summarizes their historical development. There are also the qualitative and the quantitative information. The thesis also deals with motors and accumulators used in personal electric vehicles, includes a questionnaire survey related to the preference of the electric vehicles and their future development.

Key words

Personal electric vehicle, motor, accumulator, future development, Segway, elektric bike, elektric scooter, Onewheel, Onebike, elektric kart, BLDC, PMSM

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 6.6.2017

Libor Švehla

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlovi Světlíkovi za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	8
ÚVOD	9
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
1 DRUHY ELEKTROMOTORŮ	11
1.1 BLDC MOTOR.....	11
1.2 PMSM – SYNCHRONNÍ STROJ S PERMANENTNÍMI MAGNETY.....	12
2 TECHNOLOGIE A PRINCIPY NAPÁJENÍ	13
2.1 OLOVĚNÉ (Pb) BATERIE.....	13
2.2 NIKLKADMIOVÉ (NiCd) BATERIE.....	14
2.3 NIKLMETALHYDRIDOVÉ (NiMH) BATERIE.....	15
2.4 LITHIUM IONTOVÉ (Li-ION) BATERIE.....	16
2.5 LITHIUM-POLYMEROVÉ (Li-POL) BATERIE.....	17
2.6 LITHIUM ŽELEZO FOSFÁTOVÉ (LiFePO ₄) BATERIE.....	18
3 ELEKTRICKÉ DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY	19
3.1 EASYGLIDER.....	20
3.2 SEGWAY.....	22
3.3 ELEKTROKOLA.....	25
3.3.1 <i>Elektromotory do elektrokol</i>	28
3.4 ELEKTRICKÝ SKÚTR A MOTORKA.....	31
3.4.1 <i>Elektrické maxiskútry</i>	34
3.4.2 <i>Elektrické motorky</i>	36
3.5 ONEWHEEL.....	36
3.6 ONEBIKE.....	39
3.7 ELEKTRICKÁ MOTOKÁRA.....	41
3.8 ELEKTROMOBILY.....	45
4 POROVNÁNÍ VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ OSOBNÍCH ELEKTRICKÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ	47
5 SMĚRY BUDOUCÍHO VÝVOJE	49
6 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	51
ZÁVĚR	55

Úvod

Tato práce se věnuje osobním elektrickým dopravním prostředkům, jsou zde popsány různé druhy těchto prostředků, s možnostmi využití a základními parametry, které by potenciální uživatelé mohli zajímat. Dále se práce zaměřuje na problematiku motorů a napájení elektromotorů užívaných v osobních elektrických dopravních prostředcích. Práce se též zabývá možnostmi budoucích směrů vývoje tohoto druhu dopravy a s tím souvisejícím dotazníkovým šetřením, jež je součástí závěrečné práce. Elektroautomobily jsou zde zmíněny jen okrajově, vzhledem k tomu, že by toto velmi obsažné téma vydalo na samostatnou práci.

Seznam symbolů a zkratek

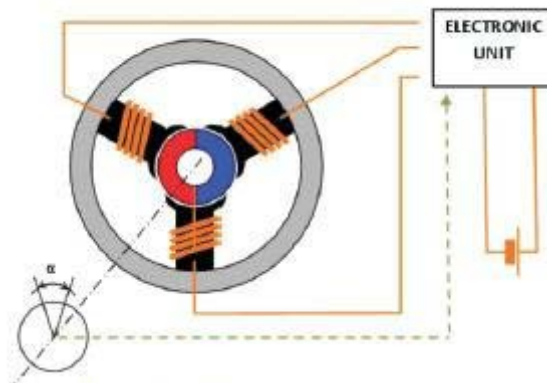
BLDC	bezkartáčový stejnosměrný motor
BRS.....	rekuperační systém od firmy Bosch
DC motor	Stejnoseměrný motor
It.....	Referenční nabíjecí proud
LED	dioda emitující světlo
LiFePO ₄	Lithium železo fosfátová baterie
Li-Ion.....	Lithium iontová baterie
Li-Pol.....	Lithium Polymerová baterie
NiCd	niklkadmiová baterie
NiMH.....	niklmetalhydridová baterie
Pb baterie	olověné baterie
PMSM.....	synchronní motor s permanentními magnety
PWM.....	pulzně šířková modulace

1 Druhy elektromotorů

Požizovací cena elektromotorů, díky nimž můžeme využívat benefitů elektrokola či elektrického skútru, se pohybují od několika tisíc po desítky tisíc. Na výběr máme skutečně širokou paletu výrobků, které se liší nejen výkonem, napětím, otáčkami ale např. pro uživatele důležitou hmotností a velikostí. Nejpoužívanějšími elektromotory jsou BLDC a PMSM.

1.1 BLDC Motor

Jedná se o stejnosměrný motor, i když jeho složením připomíná spíše třífázový synchronní motor. Vychází z klasického stejnosměrného komutátorového motoru, pouze má obrácené složení rotoru a statoru. U komutátorového motoru máme na statoru permanentní magnety (nebo statorové vinutí) a na rotoru vinutí, u BLDC motorů je tomu přesně obráceně. Motor musí být vybaven elektronikou pro spínání napětí na jednotlivé cívky. Toto spínání se realizuje PWM modulací a to tak, aby vznikl sinusový průběh. Díky tomuto spínání dochází k elektronické komutaci. Toto spínání je ale velmi složité, protože potřebujeme znát přesnou polohu rotoru. Kvůli tomu se v motoru nacházejí tři Hallovy sondy, díky kterým může řídicí jednotka přesně volit, které faze má sepnout. Stator je tvořen trojfázovým vinitím zapojeným do hvězdy, přitom napětí je připojeno vždy na dvě z nich. Frekvencí spínání napětí se řídí rychlost otáčení motoru, střídou a frekvencí uvnitř sekvencí se řídí zvlnění průběhu [29].



Obr. 1: Princip BLDC motoru[29]

1.2 PMSM – Synchronní stroj s permanentními magnety

Jedná se o motor, který má stejné uspořádání jako BLDC. Na statoru se nachází trojfázové vinutí napájené trojfázovým harmonickým napětím. Na rotoru jsou umístěny permanentní magnety, které nám nahrazují budící vinutí. Díky těmto magnetům nemusí být v motoru zdroj stejnosměrného napětí, ani uhlíkové kartáče a kroužky. Pokud třífázové statorové vinutí napájíme harmonickým zdrojem, vzniká uvnitř stroje rotující magnetické pole. Rotor se vždy snaží zaujmout takovou pozici, aby měl magnetický obvod co nejmenší magnetický odpor. Díky tomuto jevu se rotor otáčí stejnou rychlostí, jakou se mění magnetické pole statoru, tedy synchronní. To vše má za následek menší ztráty, nižší hmotnost motoru a také samozřejmě menší rozměry [31].

Příklad synchronního stroje s PM: Motor HPM-5000 2-7 kW/ 48V

Tento trakční synchronní bezkartáčový elektromotor se často využívá při stavbě elektricky poháněných vozidel. Jedná se o výkonný motor s permanentními magnety. Jeho voděodolná hliníková konstrukce obsahuje též vestavěný ventilátor pro chlazení vzduchem. Hřídel je vyrobena z nerezové oceli [23].

Specifikace motoru:

Napětí: 24V/36V/48V

Proud: 100A průběžný, 300A krátkodobý (30 s)

Výkon: 2000-7000W

Účinnost: 88%

Otáčky: 2000-6000 rpm

Hmotnost: 11 Kg

Průměr: 206 mm

Šířka: 126 mm [1]



Obr.2: PMSM motor [1]

2 Technologie a principy napájení

Akumulátory jsou zásadní součástí osobních elektrických dopravních prostředků, která se neustále vyvíjí dopředu. Nové technologie jsou proto velice důležité. Např. první elektrokola na jedno dobítí neujely ani zlomek toho, co moderní elektrokola, která ujedou desítky kilometrů.

2.1 Olověné (Pb) baterie

S olověnými bateriemi jsme se mohli setkat ještě v devadesátých letech u některých druhů elektrokol, ale vzhledem k jejich vysoké hmotnosti se tento typ baterií již běžně nepoužívá. Omezením u tohoto typu baterie je též nutnost udržovat akumulátor stále dobítý, jelikož při setrvání v částečně či zcela vybitém stavu, dochází k nevratným změnám na akumulátoru, tzv. sulfataci.

V nabitém stavu je aktivní hmota záporné elektrody tvořena houbovitým olovem (Pb), u kladné elektrody oxidem olovičitým (PbO₂). Elektrolytem v olověném akumulátoru je vodou zředěná kyselina sírová (H₂SO₄) o koncentraci cca 35% obj. u plně nabité baterie. Tento roztok bývá z technického důvodu nasáklý do vaty ze skelných vláken nebo ztužený ve formě gelu. Vybíjením se aktivní hmota obou elektrod přeměňuje na síran olovnatý (PbSO₄) a elektrolyt je ochuzen o kyselinu sírovou a obohacen o vodu. Při vybíjení klesá koncentrace elektrolytu a při nabíjení jeho koncentrace roste [26].

Výhody Pb baterií

- Cena (olovo pořídíme za zlomek ceny oproti jiným prvkům)
- Akumulátor je schopen velkých proudů

Nevýhody Pb baterií

- Nízká hustota energie na kilogram (30-40 Wh/kg)
- Nižší účinnost dobíjení (70-92%)
- Menší počet dobíjecích cyklů (500-800)
- Nutnost ekologické likvidace [26]

2.2 Niklkadmiové (NiCd) baterie

Tento druh baterií, jež je galvanickým článkem, sloužil jako náhrada dříve využívaných Pb baterií, jež se vyznačovaly podstatně nižší hmotností a byly o něco ekologičtější. Tyto baterie se ale již také považují za překonané, jelikož mimo jiné obsahují jedovaté kadmium a jejich ekologická likvidace je tudíž nezbytná.

NiCd baterie se vyznačují jedním zřejmým negativem a to paměťovým efektem. Jedná se o stav, kdy baterie postupně ztrácí svoji maximální kapacitu při opakovaném dobíjení po pouze částečném vybití [24].

Výhody NiCd baterií

- Mohou se skladovat zcela vybité, dlouhodobé vybití nemění vlastnosti baterie
- Dostatečný počet dobíjecích cyklů – více jak 2000

Nevýhody NiCd baterií

- Menší hustota energie na kilogram (40-60 Wh/kg)
- Nižší účinnost dobíjení (66-90%)
- Vyšší cena oproti předešlým Pb akumulátorům
- Paměťový efekt
- Rychlé samovybíjení (až 20% / měsíc)
- Nutnost ekologické likvidace [26]

2.3 Niklmetalhydridové (NiMH) baterie

Jedná se též o druh galvanického článku a oproti NiCd akumulátorům jejich výhoda spočívá ve více jak dvojnásobné kapacitě, ta ovšem při vyšší zátěži rychle klesá a je zde omezená životnost počtem nabíjecích a vybíjecích cyklů, které činí cca 500. Ale i těmto bateriím již budoucnost nepřeje a ač jsou stále ještě součástí značného počtu osobních elektrických dopravních prostředků, začínají převládají baterie lithiové [24].

Výhody NiMH baterií

- Nízká cena
- Ekologičtější než předchozí varianty
- Udrží napětí až do úplného vybití
- Malý vnitřní odpor proti Li-Ion bateriím, jež může být až 10x nižší [26]

Nevýhody NiMH baterií

- Nižší hustota energie na kilogram (30-80 Wh/kg)
- Nízká účinnost dobíjení (66%)
- U některých typů rychlé samovybití (až 20% / měsíc)
- Oproti NiCd menší počet dobíjecích cyklů
- Paměťový efekt
- Při vyšší zátěži klesá výkon, což uživatel zřetelně pozná např. při jízdě do kopce
- Vyšší hmotnost v porovnání s ostatními akumulátory (NiCd- 45 g; Li-Ion- 40 g; NiMH- 60 g)
- Menší rozsah klimatických a mechanických odolností [26]

2.4 Lithium iontové (Li-Ion) baterie

Nejmodernější a nejvíce užívanou baterií je v dnešní době právě Li-Ion baterie. Již se též můžeme setkat s kombinací lithium-iontové baterie a solárního nabíjení. Co je důležité, tak tento druh baterií se neustále vyvíjí a zlepšuje. Zvyšuje se životnost akumulátorů v porovnání se snižující se cenou. V tomto typu baterie se pohybují lithium-ionty mezi anodou a katodou. Je zde koncentrována vysoká hustota energie vzhledem k objemu a jedná se o lehké akumulátory. To vede k velké oblibě výrobců spotřební elektroniky [24].

Výhody Li-Ion baterií

- Vysoké napětí
- Vysoká energie (NiMH– 5 400 mWh (4500 mAh/1,2 V); Li-Ion– až 12 330 mWh (3425 mAh/3,6 V))
- Nízká hmotnost
- Dlouhá životnost
- Výrazně menší samovybíjení
- Více ekologické (neobsahuje olovo, rtuť či kadmium)
- Bez paměťového efektu [26]

Nevýhody Li-Ion baterií

- Zdlouhavější plné nabití akumulátoru (nabíjecí proud je ve většině případů omezen na $1,5 I_t$ – nabíjení se provádí konstantním napětím)
- Velký vnitřní odpor – až $10\times$ větší než u NiMH (jsou ale též vyráběny speciální typy s malým vnitřním odporem)
- Vyšší cena (která ovšem má rok od roku klesající tendenci, takže už se nejedná o tak zásadní rozdíl jako na počátku vývoje tohoto druhu baterie)
- Rychlé stárnutí baterie (životnost se pohybuje mezi 2-3 roky) [26]

2.5 Lithium-Polymerové (Li-Pol) baterie

Jená se o nový druh elektrochemických článků, které se používají ve spotřební elektronice. Tyto akumulátory vznikly z Li-Ion baterií, z čehož vyplývá, že jmenovité napětí jednoho článku je též 3,6 V. Obal článku tvoří kovová fólie, která je velmi křehká a hrozí poškození. Funkčnost Li-Pol baterií je velmi podobná Li-Ion bateriím.

Vzhledem k převažujícím pozitivním vlastnostem stále častěji nahrazují již používané druhy akumulátorů a neustále se technologicky vyvíjejí a zlepšují jejich vlastnosti [27].

Výhody Li-Pol baterií

- Tvar hranolu
- Nízká hmotnost
- Vysoká kapacita
- Velká výkonnost
- Velmi malé samovybití

Nevýhody Li-Pol baterií

- Nutnost užívání elektronické ochrany článků při nabíjení a vybíjení (aby nedšlo k poškození článků)
- Křehkost [27]

2.6 Lithium železo fosfátové (LiFePO₄) baterie

LiFePO₄ jsou typem Li-Ion baterií, který má katodu vyrobenou z lithium železo fosfátu. Anoda je vyráběna z uhlíku. Předností oproti Li-Ion bateriím je schopnost dodání vyššího proudu a přežití baterie i v extrémních podmínkách. Mají výborný elektrochemický výkon a disponují vysokou kapacitou. Oproti Li-Ion bateriím mají nižší napětí a hustotu energie [27].

Výhody LiFePO₄ baterií

- Vysoký počet obíjecích cyklů (2-3 tisíce)
- Netoxické
- Bez paměťového efektu
- Dlouhá životnost (až 10 let)
- Dobíjecí účinnost 95%
- Levnější než jiné lithiové baterie

Nevýhody LiFePO₄ baterií

- Rychlodobíjení snižuje životnost
- Může dojít k předčasnému selhání při častěji opakovaných hlubokých cyklech (s vybitím pod 33%) [27]

3 Elektrické dopravní prostředky

Pro elektrické dopravní prostředky je typický nízkonákladový provoz, proto se v dnešní době vyzdvihují a propagují k preferenci oproti klasickým dopravním prostředkům se spalovacím motorem. Však také běžné náklady např. elektrického skútru se pohybují mezi 5 Kč a 20 Kč na 100 km, což od “běžného” motocyklu nemůžete očekávat. Dále se vyznačují minimální údržbou a díky rozvoji moderních technologií a neustálé inovaci se jedná o spolehlivá přibližovadla. Vzhledem k průměrné dojezdové vzdálenosti na jedno nabití je tímto bohužel v našich podmínkách člověk limitován, ač se síť elektrostanic v České republice rozrůstá, bohužel si stále nemůžete běžně zastavit u klasické čerpací stanice a místo tankování benzínu či nafty si jednoduše nabít své elektrické vozidlo, ale musíte cíleně hledat. O tom se můžeme přesvědčit na mapě v příloze B.

Co se dá ještě u těchto strojů vyzdvihnout, je jejich tichost a neznečišťování ovzduší všemi nechtěnými zplodinami, ovšem o plné ekologičnosti jako takové hovořit nemůžeme, protože jak už to tak bývá, vše má svůj rub i líc. Samotné vozidlo sice emise neprodukuje, ale co se týká elektráren, ze kterých pak čerpáme elektrickou energii na dobíjení akumulátorů, ty vyprodukují určité množství emisí, se kterými se musí kalkulovat. A ještě samozřejmě musíme brát také v potaz energetickou náročnost výroby elektrického osobního vozidla a baterie, jež je jeho součástí. Např. v roce 2015 se v České republice vyrobilo přibližně 11,4 % z celkového množství vyrobené elektřiny prostřednictvím obnovitelných zdrojů. O zbytek se pak postaraly neobnovitelné zdroje. To znamená, že pokud bychom se dostaly na vyšší číslo u vyrobené elektřiny z obnovitelných zdrojů, můžeme pak hovořit o vyšší ekologičnosti. Ale i přesto, pokud se počítá s emisemi z elektráren z neobnovitelných zdrojů, vyplývá z různých průzkumů, že elektrická doprava je šetrnější k životnímu prostředí, než užívání dopravních prostředků se spalovacími motory [1].

3.1 EasyGlider

EasyGlider, vytvořený německou společností Divio GmbH, můžeme označit jako vysoce moderní ekologicky šetrný elektrický dopravní prostředek, který je ideální v případě přepravy osoby v obcích a městech, jelikož se jedná o prostředek, který můžeme připodobnit bicyklu či segwayi. Skvěle se hodí i na rekreační vyjížděky po udržovaných lesních, polních či jiných cestách [2].

Výrobce vozítko EasyGlider označil jako křížence elektrického skútru a vodních lyží, což na první pohled nemusí být zrovna viditelné. V přední části je umístěno hnací kolo, které je připodobňované právě zmíněnému skútru, zadní část by měla zase evokovat jízdu na vodních lyžích. Co je velmi lákavé pro okušítele nových technologií, je možnost využít EasyGlideru s přídatným vozítkem, na kterém uživatel stojí. Druhou variantou je využití bez vozíku, kde se můžeme EasyGliderem nechat jen táhnout na vlastních kolečkových bruslích či skateboardu [3].



Obr. 3: EasyGlider [2]

Easy-Glider je vybaven malým 360W/ 380 W elektrickým motorem, který lze nabíjet pomocí elektrické zásuvky. Praktický LED displej slouží k signalizaci stavu baterie. Easy-Glider mění rychlost přidáním či ubráním plynu, které zajistíme otočením rukojeti. Vozidlo je též vybaveno dvěma samostatnými brzdami, ruční brzda je umístěna na předním kole a pedálová brzda v zadní části. Na EasyGlideru se též nachází noční světlomet. Bezpečnostním opatřením proti možné krádeži je zapnutí a vypnutí přístroje kódovaným elektronickým klíčem, bez něhož není možné nastartovat [3].

Na tomto přístroji na jedno nabití ujedeme až 35 km, což je dostačující vzdálenost pro zajímavou vyjížďku. Co se týká rychlosti, výrobci mysleli též na bezpečnostní opatření řidičů tohoto vozítka, kteří si mohou pomocí vhodného tlačítka sami zvolit maximální rychlost, kterou EasyGlider pojede. Maximální rychlost by se neměla pohybovat přes 20 km/h. EasyGlider můžeme vzhledem k jeho skladnosti, váze kolem 22 kg a malé velikosti lehce přepravovat v prostoru kufru automobilu, jelikož ve složeném stavu dosahuje velikosti 50 x 30 cm [3].

Tento zajímavý produkt je na trhu překvapivě již dlouhou dobu, první přístroje byly vyrobeny již v roce 2004, kdy též začla velkovýroba. EasyGlider se prodává v ceně kolem 900 Euro, ale samozřejmě záleží na konkrétním typu výrobku, jelikož toto přibližovadlo je již vyrobeno v několika generacích [2].



Obr. 4: EasyGlider X6 [2]

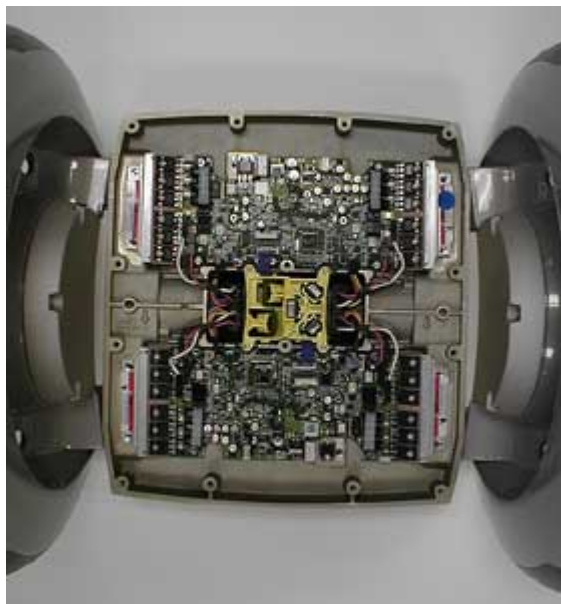
Tabulka 1: Základní informace- Easy Glider

Základní informace
Motor: 360W/380W
Dojezd: 35 km
Max. rychlost: 20 km/h
Hmotnost: 22 kg
Rozměr- složený stav: 50x 30 cm
Cena: 900 Euro
Další vybavení: Noční světlomet, Elektronický klíč, LED display, ruční a pedálová brzda

3.2 Segway

Jedná se o přibližovadlo, které se velmi ujalo jako turistické vozítko při prohlídkách města či v upravené verzi je užíváno do terénu. Je konstruováno jako dvoukolová plošina, na které uživatel tohoto přístroje stojí a směr určuje říditky, která jsou též součástí plošiny. Segway je vybaven dvěma bezkartáčovými DC servomotory nejčastěji o výkonu 2x 350 W, 2x 400 W a 2x 500W.

O stabilitu tohoto stroje se nestará jezdec, ale soustava gyroskopů, která stokrát za sekundu hodnotí aktuální polohu plošiny. Tyto informace zpracovává mikroprocesor a elektromotory jsou zodpovědné za udržení plošiny v rovině.



Obr. 5: Motor a řídicí elektronika [28]

Segway je určen pro uživatele do hmotnosti 120 kg. Hmotnost přístroje se pohybuje okolo 50 kg, maximální rychlost je uváděna 20 km/h. Dojezdová vzdálenost se opět liší dle typu, průměrně je to však 30-40 km. Napájení je zajištěno Li-Ion bateriemi a provozní teplota je uvedena -10°C – 50°C . Cena těchto přístrojů se pohybuje od desítek tisíc do stovek tisíc [4].

Se segwayem jsme se mohli poprvé setkat v roce 2001 v americké televizi ABS News, kde byl prvně představen veřejnosti. Velmi zajímavou informací je, že za touto technologií stojí americká NASA. Jakožto u všech výrobků, které se na trhu setkali s úspěchem, docházelo i u toho stroje k inovacím. U základní verze používal jezdec k určování směru otočný kroužek umístěný na říditkách [5].

Za vynálezce Segwaye se považuje Dean Kamen, jež vyvinul technologii tzv. dynamické stabilizace, která kopíruje pohyb těla jezdce (náklon vpřed a vzad).



Obr. 6: Segway [25]

Elektromotory do Segwaye

Motory do Segwayů dodávané společností Pacific Scientific mají výkon 1,5 kW- dvě koňské síly. Jedná se o bezkartáčové DC servomotory, ve kterých nedochází k žádnému tření, které by snižovalo výkon. Magnety se vyrábějí ze slitiny neodymu, železa a bóru, jež vyniká velkou koercitivní silou. Oba motory jsou složeny z dvou nezávislých soustav vinutí. Motor pracuje až do 8000 ot./min. Zpětnou vazbu z motoru transportéru poskytuje přídavný bezkontaktní (Hallův) analogový snímač magnetického pole, díky kterému jsme schopni zjistit pozici hřídele motoru bez dalších pohyblivých součástí [25].

Tabulka 2: Základní informace- Segway

Základní informace
2x DC Servomotor: 350W/400W/500W
Dojezd: 30-40 km
Max. rychlost: 20 km/h
Hmotnost: cca 50 kg
Baterie: Li-Ion
Cena: desítky až stovky tisíc Kč
Provozní teplota: -10°C – 50°C
Nosnost: 120 kg

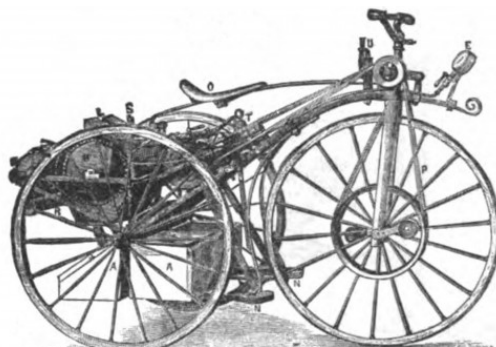
3.3 Elektrokola

Elektrokola jsou v této době čím dál častěji využívána pro přepravu nejen po městě, ale též na výletech. Ve městě se jedná o výbornou alternativu automobilu, jelikož jde o pohodlnější přepravu než-li na klasickém kole a můžeme na něm přepravit i menší náklad, aniž bychom vydali velké množství energie. Dalším důvodem, proč využít pro městskou přepravu elektrokolo, namísto běžného automobilu, jsou nulové emise [6].

Elektrokola patří mezi lehčí a skladnější varianty osobních elektrických dopravních prostředků. Též se jedná o cenově dostupnější produkty. Elektrokolo pořídíme již kolem 20000 Kč. Od daného typu a značky elektrokola se odvíjí výkon, nejčastěji o síle 250 W, napětí baterie 36 V. Nosnost kola je většinou 120 kg. Hmotnost bývá závislá též na hmotnosti použité baterie, pohybuje se kolem 20 kg. Často jsou využívány typy motorů: Bosch Performance, Befang, pro výkonější elektrokola Bosch Active Line. Rychlost je zde legislativně omezena na 25 km/h.

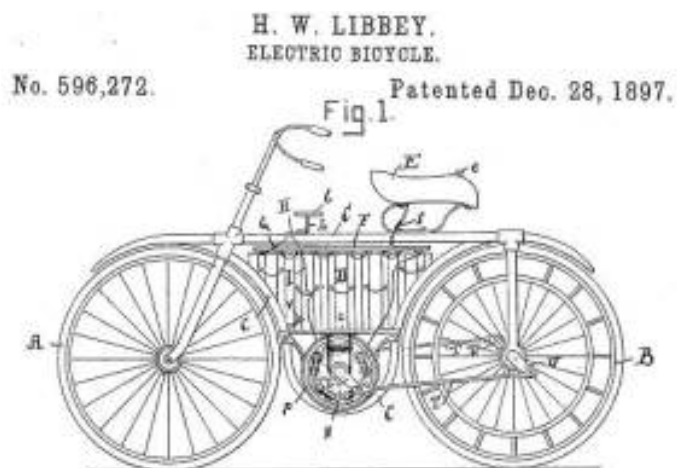
Historický vývoj

První zmínky a úvahy o vytvoření kola poháněného elektrickým pohonem sahají do 19. století, kde lidé měli přesnou představu, jak by mělo být kolo poháněno, ale vzhledem k tomu, že postrádali dostatečně silný akumulátor, pár let zůstalo pouze u návrhů [6].



Obr. 7: Motorové kolo-návrh- z roku 1884 [6]

Na realizaci jsme si museli počkat do roku 1897, kdy zásluhou Hosea W. Libbeyho z amerického Bostonu bylo sestrojeno první elektrické kolo (U.S. Patent 596,272). Bylo poháněné dvojitým elektrickým motorem, který byl umístěn ve středu osy klikové hřídele. Zajímavostí je, že totožný model byl v roce 1990 znovu sestrojen pod názvem Lafree společností Giant [7].



Obr. 8: První elektrokolo [7]

Jeden z prvních, kdo se v našich krajích zabýval možností vytvoření elektrického kola, byl Ing. H. Fügner, jehož snažení začalo rokem 1938. V prototypu z roku 1944 bylo využito upravené dynamo Sentuilla s výkonem 150W a napětím 24V. Na rovině kolo dosáhlo rychlosti 14 km/h a s odpojeným derivačním vinutím až 36 km/h. Olověné baterie byly o kapacitě 75 Ah a dojezd na rovině až 70 km. Váha stroje včetně baterií dosahovala neskutečných 140 kg [7].



Obr.9: Elektrokolo Apache Matto E7 [6]

Rozvoj elektrických kol byl též zpomalen nedostupností akumulátorů, tak aby byly schopné vydržet stovky a více cyklů nabití a též dalším řešeným problémem byla velikost akumulátorů [7].

Velký rozvoj elektrokol byl zaznamenán až s ovládním točivého momentu elektromotorů, jež se datuje do konce 90. Let 20.století. Od roku 1992, kdy se začala elektrokola využívat běžnými spotřebiteli, každoročně dále roste poptávka spotřebitelů po tomto produktu a samozřejmě v souvislosti s tím roste též nabídka výrobců, kteří již v roce 1998 nabízeli 49 typů elektrických kol. Největším rozdíl mezi staršími elektrokoly a těmi dnešními je velikost a výkon akumulátorů. Dříve byly k výrobě využívány více rozměrné olověné baterie, nyní díky vývoji technologií se výrobci mohou chlubit skladnými a lehkými NiMH, Li-Ion či Li-Pol bateriemi, na které uživatel kola ujede až 190 km (průměrně 100 km dle vybraného modelu).

Velmi znatelným rozdílem je též umístění akumulátoru, jež je v dnešní době schovaný v konstrukci kola, ze kterého ho snadno vyjmeme a dobijeme k dalšímu užívání, tudíž elektrokolo většinou poznáte pouze podle zvuku či až z bezprostřední blízkosti [7].



Obr. 10: Elektrokolo Emotion, vyndavací baterie [6]

U tohoto typu je možné akumulátor pro nabití vyjmout podobně jako z notebooku.

Pro ty, jež si nejsou jistí, zda by elektrokolo využili či nikoli, jsou v řadech měst dostupné půjčovny elektrokol, kde si ve většině můžeme vybrat z různých druhů či značek.

3.3.1 Elektromotory do elektrokol

Běžně užívané jsou stejnosměrné třífázové bezkartáčové synchronní motory. Užívají se elektromotory do jmenovitého výkonu 250W, což je podmínka pro splnění euronormy EN 15194 pro elektrokola [24].

Průměrné hodnoty parametrů elektrokola

Napájecí napětí jmenovité	36V
Napájecí napětí maximální	42V
Výkon jmenovitý	250W
Výkon špičkový	400W
Proud jmenovitý	7A
Otáčky	160-300 ot./min.
Účinnost	82%
Hmotnost	2 - 3,5 kg [24].

Elektromotory můžeme rozdělovat nejen podle využívaného typu, ale pro uživatele také dle velmi důležitého kritéria a to umístění na kole. Jedná se o dva druhy a to centrální (možno i v sedlové trubce, informace viz.níže) a nábojové.

Centrální elektromotory

Jedná se o motory nalézající se v blízkosti středové osy. Díky řetězu se podílejí na pohonu elektrokola. Většinou tvoří s baterií kompletní pohonnou jednotku, což je značná výhoda tohoto typu. S tímto typem motoru na trh přišla společnost Yamaha v první polovině devadesátých let. Využívala zde niklkadmiovou baterii. Dnes se nejčastěji do elektrokol používají motory s baterií od společnosti Panasonic, kde jsou již využity nové technologie, Li-Ion baterie a je zde i snadnější instalace [24].

Rakouská společnost Gruber Assist GmbH přišla s možností umístění elektromotoru a baterie v sedlové trubce rámu, kde není téměř vidět. Ovládá se stisknutím tlačítka na řídítkách [24].



Obr. 11: Centrální elektromotor [33]

Nábojové elektromotory

Nábojové elektromotory mají motor integrovaný do náboje předního či zadního kola. Jedná se o přibližně stejně často využívaný typ uložení elektromotoru jako u centrálního motoru. S tímto typem motoru začala japonská společnost Sanyo a německá Heinzmann [24].



Obr. 12: Nábojový elektromotor [19]

Tabulka 3: Základní informace: elektrokolo

Základní informace
Výkon: 250 W
Dojezd: až 190 km
Max. rychlost: 25 km/h
Hmotnost: cca 20 kg
Baterie: Li-Ion, NiMH, Li-Pol
Napětí baterie: nejčastěji 36V
Cena: od necelých 20000 Kč
Nosnost: 120 kg
Rekuperace

3.4 Elektrický skútr a motorka

Elektrický skútr je dalším z dopravních prostředků na elektrickou energii, který postupně začíná být v oblibě a díky dotacím a státní podpoře především v severských státech se společně s elektroautomobily stává součástí více a více domácností, avšak u nás se zatím najde jen málo lidí, kteří se přikloní k pořízení elektroskútru oproti tomu se spalovacím motorem i přes to, že pořizovací cena, ač je vyšší, tak rozdíl není již tak znatelný jako dříve. Mnoho potenciálních zájemců sní o tom, že budou mít tiché, na provoz levné vozidlo, bez zápachu a nepříjemných olejových skvrn na garážovém stání, ale bohužel ani to, že elektrický skútr jim vše z výše vyjmenovaného nabízí, jim vadí, ač stále se prodlužující, ale stále ještě nedostatečně dlouhá dojezdová vzdálenost na jedno nabití. Při městském užívání si může člověk spíše kilometry uhlídat, ale pokud si chcete elektroskútr pořídit na cestování mezi městy a popojíždění po krásách naší země, musíte být opravdu obezřetní, abyste někde nezůstali bez možnosti dobití elektrické energie a tudíž bez vozidla.

Jako přednost elektroskútru můžeme označit jeho jednoduchost a menší elektromotor, který může být umístěn přímo uvnitř kola. Celkově systém pohonu je značně jednoduchý a počet jeho dílů se počítá na desítky nikoli na tisíce, jakožto u benzínového, čím ušetříme za servis vozidla. Další výhodou je, že v mrazivém počasí, pokud máte nabitou baterii, nehrozí opakované startování bez výsledku. Co již bylo v úvodu zmíněno a slyšíme to ze všech stran, je stánka nákladů na samotný provoz, které jsou skutečně nízké. V případě domácího dobíjení se dostaneme až na cenu 5 Kč na 100 kilometrů. V dnešní době pořízení skútru, od kterého neočekáváme tedy závratnou rychlost a bude se pohybovat v nižší střední třídě, je cenově dostupnou záležitostí, zaplatíme za něj již i pouze kolem 20000 Kč. Jedná se o skútry bez nutnosti řidičského oprávnění s průměrnou rychlostí kolem 40 km. Samozřejmě co se ceny, výkonu, designu i kvality týká, můžeme v dnešní době vybírat z široké škály různých výrobců a typů elektrických skútrů dle našich požadavků. Hmotnost elektroskútrů se pohybuje mezi 80-100 kg [8].

Nevýhodou je v této době stále ještě baterie. Ač se v této době používá především lithium-iontová a LiFePO_4 baterie s vysokou kapacitou a bez nechtěného paměťového efektu, stále ještě pořídíme skútr s průměrnou dojezdovou vzdáleností na jedno nabití sice

až 100 km, ale při max. rychlosti 40 km/h, což pro mnohé uživatele není dostačující. Další nevýhodou pak je rychlost, kterou elektroskútr vyprodukuje, průměrná max. rychlost je 60 km/h. V neposlední řadě musí řidič myslet na to, že baterie má omezenou životnost, tudíž po několika letech užívání je nutné koupit novou baterii, která se pohybuje ve vyšších částkách než-li baterie u skútrů se spalovacím motorem. Výkon motoru se pohybuje v rozmezí 3-10 kW opět v závislosti na modelu [8].



Obr. 13: Elektrický skútr [8]

V případě, že si chceme pořídit levnější elektrický skútr, jedná se především o produkty z Číny, máme na našem trhu relativně rozsáhlé možnosti. Značky Akumoto, Hanscraft, MP Korado či Guewer mají dobré jízdní vlastnosti, můžeme je pořídit do 50000 Kč a náhradní baterie jsou také již k dostání do 10000 Kč (původní baterie má životnost min 2 roky). Na elektrický skútr z devadesátí procent postačí řidičské oprávnění skupiny B s automaticky přidanou skupinou A1, platí tedy pro výkon do 11 kW [8].

Historický vývoj

S prvními patenty týkajícími se elektrického „velocipedu“ se setkáváme již od roku 1895, kdy byly podány v rozmezí několika měsíců dvě patentové přihlášky na elektrický velociped ve státech Ohio a Boston, USA. První patenty na elektrické skútry/ motorky/ kola jsou prakticky totožné. V období krátce po roce 1900, společnost Ajax Motor Vehicle v New Yorku vyrobila vůbec první motocykl. Ve stejném období se objevily zmínky o elektrickém skútru v publikaci Popular Mechanics. Roku 1920 se francouzská společnost zaobírala vytvářením elektrického motoru právě pro účely pohonu vozidla a roku 1927 vytvořila tzv. Electrocyclette, který byl připodobňován modernímu skútru, avšak měl narozdíl od námi známých modelů dvě kola v přední části, takže se z našeho pohledu jednalo spíše o trojkolku [9].

V období druhé světové války se lidé potýkali s velkým nedostatkem plynu, a tak vznikly opětovné myšlenky, jakou náhradu za něj použít pro cestovní účely. První evropský pojízdný elektrický skútr byl vyroben v roce 1936, a to v množství 400 ks, tento design se nazýval Par-Car a dále se pak vyráběl ještě do roku 1948 v továrně Socovel v Bruselu, takže nemůže hovořit o novodobé myšlence, ale již naši předci uvažovali, jak zakomponovat do dopravního prostředku jako zdroj jeho pohonu elektrickou energii [8].

Další elektrické skútry byly vyrobeny v 60. a 70. letech minulého století. V této době docházelo k progresu ohledně baterií a elektrovozidel. Taktéž společnost vyrábějící baterie Union Carbide nezahálela a vytvořila alkalické pohonné baterie pro použití v elektrickém motoru. Tato doba byla v celé historii elektrického skútru vyjíměčná tím, že to bylo poprvé, kdy jsme se mohli na ulici setkat s velkým počtem elektrických vozidel [9].



Obr. 14: Historický elektroskútr Socovel [8]



Obr. 15: Elektroskútr- detail nabíjení [8]

3.4.1 Elektrické maxiskútry

Existují také tzv. elektrické maxiskútry, jež nabízí řidiči velmi obdobné vlastnosti a možnosti jakožto benzínové maxiskútry. Zde se pak dostáváme i k vyšší rychlosti, kterou přístroj může dosáhnout, což je často požadovaným parametrem.

Nejnovějším maxiskútre, jež by měl splňovat zákaznickovy nároky, by měl být inovovaný skútr C Evolution, jež byl jako koncept značky BMW představen již v roce 2012, ale jako finální produkt byl veřejnosti představen až v roce 2016 na autosalonu v Paříži. Nejnovější verze tohoto skútru Long Range má stálý výkon 19kW a maximální výkon 35 kW a uvedenou maximální rychlost 129 km/h. Též výrazně větší kapacita akumulátoru je velkým plusem, namísto 60 Ah výrobce uvádí 94 Ah, což pro uživatele znamená dojezd až 160 km. U tohoto přístroje též probíhá rekuperace. „K automatickému spuštění rekuperace

dochází například ve chvíli, kdy jezdec nepřidává plyn a motor sám začne vytvářet brzdný účinek. Rekuperace probíhá také při brzdění, kdy se kinetická energie převádí na elektrickou, která následně dobíjí akumulátor. Pokud rekuperace probíhá během jízdy setrvačností nebo brzdění, dojezd se v závislosti na jízdním režimu prodlužuje o 10 až 20 procent [10].” Li-Ion akumulátor BMW C Evolution můžeme nabíjet integrovanou nabíječkou z domácí elektrické zásuvky nebo z nabíjecí stanice [10].

Ovšem za tuto inovativní variantu Long Range si zákazník samozřejmě připlatí. Pořizovací cena tohoto maxiskútru o hmotnosti 265 kg se pohybuje kolem 400.000 Kč [10].



Obr. 16: BMW C-Evolution [10]

Tabulka 4: Základní informace- skútr

Základní informace Skútr	Základní informace Maxiskútr
Výkon: 3-10 kW	Stálý výkon: 19 kW
Dojezd: až 100 km	Max. výkon: 35 kW
Max. rychlost: kolem 60 km/h	Max. rychlost: 129 km/h
Hmotnost: cca 80-100 kg	Hmotnost: 265 kg
Baterie: Li-Ion, LiFePO ₄	Baterie: Li-Ion
Cena provozu: cca 5 Kč/ 100 km	Kapacita baterie: 60 Ah/ 94 Ah
Cena: od 20000 Kč	Cena: 400000 Kč
Rekuperace	Dojezd: 160 km
	Rekuperace

3.4.2 Elektrické motorky

Elektrické motorky již nejsou na silnicích tak časté jako skútry, ovšem budoucnost je jim velmi nakloněna. Potenciální uživatelé jistě překvapí svými vlastnostmi nově zkonstruované a testované typy. V této době se dají sehnat stroje s ne tak zajímavým dojezdem a celkově ne moc úchvatnými jízdními vlastnostmi, totéž platí o době dobíjení. Na trhu je jen několik málo výrobků, jež neslibují spotřebiteli nic z toho, co běžné motorky s naftovým či benzínovým motorem. Trh je zatím spíše nakloněn dětským elektrickým motorkám, kde se ceny pohybují běžně i kolem 100 000 Kč, takže se není ani čemu divit, že pro dospělé spotřebitele je zde jako cenově dostupná varianta elektrický skútr s podobnými jízdními vlastnostmi.

Co je pro potenciální spotřebitele pozitivní, je fakt, že výrobci zvučných jmen, jako jsou BMW, Hyundai či Yamaha se snaží o elektrifikaci motorek a vyvíjejí elektrické stroje, které by dokázaly konkurovat těm klasickým.

3.5 Onewheel

V roce 2014 jsme se mohli seznámit s novinkou Onewheel. Jedná se o vozítko inspirované skateboardy, ale nachází se zde pouze jedno kolo v centrální části desky mezi chodidly. Uvnitř kola se skrývá vlastní elektrická pohonná jednotka díky níž můžeme na Onewheelu dosáhnout až dvacetikilometrové rychlosti [12].

Onewheel využívá kromě elektrického motoru též akcelerometrů a gyroskopů, snahou tohoto stroje je držet stabilitu jezdce, o což se stará speciálně navržený software. Pro jízdu vpřed se musí jezdec naklonit dopředu, pro zpomalení či k jízdě pozadu se jezdec zakloní. Tento princip je velmi podobný s dalším elekticky poháněným vozítkem- Segway [13].



Obr. 17: Jezdec na Onewheelu [13]

Deska s kolem je k sobě připoutána kovovým rámem. Kolo v sobě skrývá 500W elektromotor, zmiňovanou řídicí elektroniku a lithiové baterie. Dojezd tohoto vozítka je mezi 10-11 km, kde záleží na stylu a rychlosti jízdy. Onewheel je také vybaven LED světly a můžeme si k němu připojit i svůj iPhone. Baterie je možné nabít buď standardně za 2 hodiny či v rychlonabíječce za 20 minut. Onewheel se pyšní malými rozměry, a to 76x23x29 cm a váhou 11 kg, což zajistí též snadnou manipulaci, přenosnost a skladnost [13].

Za Onewheel s aktuální výbavou světly a připojením iPhone zaplatíme na stránkách výrobce 1299 USD, což činí přibližně 32000 Kč.



Obr. 18: Onewheel [13]

S myšlenkou výroby takového elektrického jednokolového prkna se začali zabývat společníci budoucí Future Motion Inc již v roce 2009. Inspirací jim byl sci-fi film *Návrat do budoucnosti*, kde figurovalo vznášející se prkno Hoverboard. V roce 2013 byla založena společnost Future Motion Inc v Kalifornii v USA, jejíž snahou bylo začít navrhovaný Onewheel vyrábět ve velkém. Aby se mohl projekt stát skutečností, navrhovatelé využili v roce 2014 serveru Kickstarter, jehož pomocí získali potřebný obnos k výrobě Onewheelu a sponzoři projektu za svůj dar dále dostali příslibeno, že dostanou jeden ks tohoto stroje. Cena tohoto výrobku činila v té době přibližně 26 000 Kč. Původní Onewheel měl dojezd 8-9 km, nebyl vybaven LED světly ani možností připojení k iPhone [14].



Obr.19: Obnažený Onewheel [15]

V našich podmínkách je lépe dostupný, jak finančně tak i logisticky, stroj OneWheel Elektro skateboard od společnosti StarWalker. Jedná se o designově velmi podobné vozítko a konstrukčně prakticky identické. Ovládá se též stejně jako zvyše zmiňovaný Onewheel.

V našich podmínkách se prodává verze s LED diodami po obvodu vozítka, alarmem při překročení rychlosti, Bluetooth reproduktorem za necelých 12000 Kč. U tohoto výrobku společnosti Starwalker je udávána maximální rychlost 18 km/h, pyšní se dojezdem až 18km, maximální nostností 120 kg, motorem 500W, kapacitou baterie 4400 mAh, s tím související dobou nabíjení cca 3 hodiny. Hmotnost stroje je 11 kg a rozměry 78x21x19 cm [15].



Obr.20: OneWheel od společnosti StarWalker [15]

Tabulka 5: Základní informace- Onewheel

Základní informace
Výkon: 500 W
Dojezd: 10- 18 km
Max. rychlost: 18- 20 km/h
Hmotnost: cca 11 kg
Baterie: Li-Ion
Kapacita baterie: až 4400 mAh
Cena: od 12000 Kč
Nosnost: 120 kg
Rozměry: 76x23x29 cm/ 78x21x19 cm
LED světla
Přípojka na iPhone/ alarm při překročení rychlosti

3.6 Onebike

Onebike neboli unikolo je elektrická jednokolka, jedná se skutečně pouze o jedno kolo, které má z bočních stran pouze nášlapnou desku, kde jezdec stojí rozkročmo a uprostřed je právě zmiňované kolo s elektromotorem. Též jako již výše zmiňové stroje jako Segway či Onewheel využívá unikolo k pohybu a změně směru gyroskopické udržování rovnováhy, tudíž opět stroj řídíme náklonem vpřed či vzad.

Onebike je vybaven Li-Ion baterií a je zde zmiňován dojezd až 18 km, vždy záleží na konkrétním typu, jelikož je jich na trhu nabízena celá řada. Dalším faktorem týkajícím se dojezdové vzdálenosti je teplota okolí a hmotnost jezdce. Levnější modely seženeme již od necelých 7000 Kč, ty dražší nad 10000 Kč [16].

Onebike je velmi odolný proti nárazům, pro uživatele je jednoduchý na opravu a výměnu náhradních dílů. Onebike se prodává včetně pomocných koleček pro začátečníky a nabíječkou baterie [16].



Obr.21: Onebike [16]

Velikost Onebiku je u všech nabízených modelů totožná a to 45 x 39,5 x 15 cm. Kapacita baterie se pohybuje v závislosti na modelu mezi 1800-3400 mAh. Maximální dojezd v závislosti na modelu se pohybuje mezi 10-18 km. Maximální možná rychlost je uvedena 18 km/h. Výkon motoru je jednotný 350W. Doba dobíjení, která se odvíjí od kapacity baterie je 1-3h. Tento stroj se může chlubit nízkou hmotností a to 10,5 kg [16].

První výroba probíhala v USA, původní cena Unibiku byla vysoká, pohybovala se kolem 1000 USD, což pochopitelně mělo vliv na nižší prodejnost a ne tak velký zájem veřejnosti. Jakožto i u jiných produktů, po počátku výroby v Číně, kdy se cena dostala nesrovnatelně níže, pomalu dochází k rozšiřování tohoto přístroje do více společenských vrstev a zemí, jelikož se jedná již o cenově dostupnější produkt [16].



Obr.22: Onebike B05 [16]

Tabulka 6: Základní informace Onebike

Základní informace
Výkon: 350 W
Dojezd: 10- 18 km
Max. rychlost: 18 km/h
Hmotnost: 10,5 kg
Baterie: Li-Ion
Kapacita baterie: 1800- 3400 mAh
Cena: od 7000 Kč
Rozměry: 45x39,5x15 cm

3.7 Elektrická motokára

Elektrické motokáry jsou oblíbené především mezi dětmi, domácími kutily, ale též se častěji setkáváme s výrobci klasických motokár se spalovacími motory, kteří začínají vyrábět též elektrickou alternativu, a to zejména pro užívání ve vnitřních prostorech- tzv. vnitřních arénách pro jízdu na motokárách ve volném čase. Tou je například elektrická motokára OTL, kterou využívají zábavní motokárové arény.

Výhodou motokáry OTL je, že se jedná o jeden odolný kus kapotáže, který překrývá veškeré vnitřní komponenty. Další výhodou elektrických motokár je eliminace požáru, který může vzniknout z palivového přívodu. Ochranný oblouk je pevnou součástí anatomického sedadla řidiče. Tento prvek je z bezpečnostních důvodů povinný v USA a připravuje se i v EU [17].

Elektrická motokára OTL obsahuje čtyři baterie (na každé straně dvě), což činí cca 200 kg. Tato hmotnost, jež je rovnoměrně rozložena na všechna kola, též eliminuje převrácení motokáry [18].



Obr.23: Elektrická motokára OTL [18]

Dalším rozdílem je u elektrických motokár diferenciál, díky kterému je ovládání lehčí a přirozenější a nezáleží tak na zručnosti řidiče. Lehce je tudíž mohou ovládat veškeré věkové kategorie bez ohledu na pohlaví. V okamžiku uvolnění plynového pedálu začíná v kombinaci se zadními kotoučovými brzdami fungovat brždění elektromotorem. Toto též vyrábí energii jako dynamo na dobíjení [17].

Dalším příkladem je motokára vyrobená studenty na katedře elektromechaniky a výkonové elektroniky FEL ZČU. Jedná se o motokáru vybavenou DC motorem o výkonu 5 kW. Jsou zde použity baterie LiFeYPO₄ 4x12V/ 80 Ah. Jedná se o nadstavbu v práci zmiňovaných baterií LiFePO₄. Životnost baterie je zde uvedena 3- 10 let. Hmotnost motokáry je přibližně 180 kg. Jezdec na jedno plné nabití baterie ujede 30 km, což zhruba odpovídá 1,5 h jízdy.



Obr. 24: Motokára FEL ZČU

Společnost Robert Bosch ve spolupráci s německou společností vyrábějící motokáry Mach 1 Kart, FIA a Deutscher Motor Sport Bund vytvořili koncept elektrické sportovní motokáry, jelikož společnosti podílející se na projektu velmi věří v “elektrickou” budoucnost závodění [10].

Tato elektrická motokára je vybavena dvěma elektromotory, které poskytují výkon 20 kW, může se pochlubit točivým momentem až 300 Nm na zadní poháněné nápravě.

Baterie jsou zde použity 48V lithium-iontové, které jsou zasazeny v bocích mezi koly. Je zde nainstalován i rekuperační systém BRS s podporou akcelerace, jež jak bylo zmíněno u jiných elektrických strojů dobíjí baterie při brždění a zvyšuje točivý moment při zrychlení [10].

Tento model je schopen zvládnout zrychlení z 0 na 100 km/h pod 5 s a dosáhne rychlosti až 130 km/h. Dojezdová vzdálenost a doba plného dobití není společností Bosch uvedena. Motokára je v testování, které slouží k prozkoumání všech schopností [10].



Obr.25: Elektrická závodní motokára Bosch [10]

Tabulka 7: Základní informace- elektromotokáry

Základní informace Motokára ZČU	Základní informace Motokára Bosch
Výkon: 5 kW	Výkon: 20 kW
Max. rychlost: 56 km/h	Max. rychlost: 130 km/h
Baterie: LiFeYPO ₄	Baterie: Li-Ion
Napětí baterie: 48 V	Napětí baterie: 48 V
Hmotnost: 180 kg	
Dojezd: 30 km	

3.8 Elektromobily

Elektromobily jsou v Evropě čím dál populárnější. Jen v měsíci březnu 2017 se prodalo necelých 29000 kusů automobilů na elektrický pohon. Jejich popularita stoupá nejen díky vyzdvihovaným pozitivům, kterými jsou především menší dopad na životní prostředí díky ekologickému provozu a spotřebitele láká především ekonomický provoz vozidla, na kterém se dá dlouhodobě značně ušetřit. Dalšími pozitivy při využívání elektromobilů jsou snížení hladiny hluku a vysoká spolehlivost vozidla, menší náročnost na údržbu. Nevýhodou elektromobilů je jako u všech elektrických dopravních prostředků vyšší pořizovací cena, omezený dojezd s nutností ohlídat si při cestování místa, kde můžeme náš automobil dobít v případě potřeby. Další překážkou mohou být pro potenciálního kupujícího ceny baterií, které mají rok od roku snižující se tendenci, avšak cena zůstává stále vyšší [21].

Elektromobily jsou poháněny elektromotorem, který čerpá energii z vložených baterií. Dojezdová vzdálenost se pohybuje dle typu automobilu mezi 100 až 300 km. Z toho vyplývá, že nejdůležitější součástí elektrického automobilu je baterie. Dříve se jednalo o baterie s krátkou životností a malou výdrží, což se díky novým technologiím zdatně mění. Prodloužení životnosti lithiových baterií umožnila především technologie Battery Management System [21]. Novodobé baterie se mohou chlubit vysokou účinností, jelikož dokáží převést energii na pohyb až z 90%. U spalovacích motorů se toto číslo pohybuje mezi 30- 40%. Běžně se již i u tohoto druhu elektrického dopravního prostředku využívá ke zvyšování energie rekuperace brzděné energie. Na 100 km můžeme uvést průměrnou spotřebu kolem 13 kWh, což se liší v závislosti na distributorovi [21].

Vzhledem k obsáhlosti tématu elektromobilu jsem se zaměřil pouze na jeden typ a to na nejprodávanější elektromobil světa, kterým je značka též považována za průkopníka elektromobility- Nissan Leaf. Tento hatchback o velikosti 4445 x 1770 x 1550 mm je k dispozici už ve třech generacích (ta poslední vyšla na trh v roce 2015) a aktuálně se na německých dálnicích prohání čtvrtá. Nissan Leaf se může pochlubit výkonem 80 kW-109 koní, točivým momentem 54 Nm, baterií 30 kWh, kombinovanou spotřebou 15 kWh na 100 km, maximální rychlostí 144 km/h a dostačujícím dojezdem 250 km.

Z domácí sítě nám nabití bude trvat 15 hodin, avšak nabíjení pomocí rychlonabíječky je znatelně kratší a to 30 minut. Nissan Leaf je vybaven též tempomatem, asistentem rozjezdu do kopce, parkovací kamerou a systémem monitorování tlaku v pneu. Pořízení tohoto automobilu však přijde na více jak 700 000 Kč [1].



Obr.26: Nissan Leaf [1]

4 Porovnání vybraných vlastností jednotlivých druhů osobních elektrických dopravních prostředků

Tabulka 8: Porovnání osobních elektrických dopravních prostředků

Druh dopravního prostředku	Vlastnosti				
	Dojezd	Hmotnost	Výkon	Max. rychlost	Cena
Easy Glider	35 km	22 kg	360- 380 W	20 km/h	Cca 25 000 Kč
Segway	30- 40 km	50 kg	700-1000 W	20 km/h	10ky-100ky tisíc Kč
Elektrokolo	Φ 100 km	Φ 20 kg	250 W	25 km/h	Od 20 000 Kč
Elektrický skútr	Φ 100 km	90-100 kg	3-10 kW	Φ 60 km/h	Od 20 000 Kč
Onewheel	10- 18 km	11 kg	500 W	18 km/h	Od 12 000 Kč
Onebike	10- 18 km	10, 5 kg	350 W	18 km/h	Od 7 000 Kč
Elektrická motokára (ZČU)	30 km	180 kg	5 kW	56 km/h	
Elektroautomobil Nissan Leaf	250 km	1475 – 1570 kg	80 kW	144 km/h	Od 730 000 Kč

Vozítko Easy Glider je vhodné pro přepravu osob ve městě a můžeme ho též využít k rekreačním vyjížďkám, ale pouze po udržovaných polních či lesních cestách.

Segway se stal již celkem běžnou součástí prohlídek větších historických měst zahraničním turisty a to je též hlavní druh využití tohoto dopravního prostředku. V upravené verzi můžeme se Segwayem vyrazit i do terénu.

Elektrokolo je vhodné jak na cestu po městě tak i na výlety mimo město. Výhodou oproti předchozím prostředkům je možnost převozu menšího nákladu.

Elektrický skútr se nejčastěji využívá též pro přepravu po městě, ale můžeme ho užívat i do okolí, maxiskútry pak jezdcům nabídnou i možnost vzdálených výletů při vyšších rychlostech.

Onewheel je určen především pro zábavu a k trénování stability a koordinace.

Onebike je také spíš určen pro zábavu a zkoušku rovnováhy, ale můžeme se s ním také přepravit po městě.

Elektrická motokára je zatím konstruována také za účelem zábavy, pro ježdění na vnitřních/ vnějších dráhách různých center, jež je nabízejí. Aktuálně se stále vyvíjí typ pro ryze sportovní účely.

Elektrický automobil Nissan Leaf je rodinný elektromobil, který může být využit srovnatelně s automobily se spalovacími motory vzhledem k dostatečnému dojezdu a rychlosti vozidla.

5 Směry budoucího vývoje

Směr budoucího vývoje elektrokol je dán cílem konstruktérů elektrokol, kterým je zajištění minimálního aerodynamického odporu kola. Toho aktuálně dosáhneme používáním krytek, kterými vše potřebné schováme. Dalším trendem, u kterého se usuzuje, že bude v budoucnosti převládat a dále se technologicky vyvíjet ve schopnost regenerace energie-rekuperace, jež se již nyní objevuje u mnoha typů kol při brždění.

Elektromotorky budoucnosti

Za zmínku z této kategorie jistě stojí elektromotorka Storm Pulse, jež je dílem studentů a profesorů z holandského Eindhovenu. Inspirací jim byl Willi Fog, jelikož motorka měla být zkonstruována tak, aby zvládla cestu kolem světa za 80 dní. Zajímavostí u této motorky je, že se baterie skládá z malých šestiúhelníkových bloků, které jsou vyplněné články. Tyto články se mohou snadno vyměnit a to přibližně za sedm minut. Nabití z běžné 230V zásuvky trvá osm hodin, rychlonabíjení pak 38 minut. Stroj je možné nakonfigurovat také pro závodní dráhu. Výkon motorky je 70 kW při 240 Nm točivého momentu. Hmotnost stroje je 340 kg. Zrychlení z 0 na 100 km/h zvládne STORM Pulse během 5 sekund. Max. rychlost je 160 km/h. [11]. Cestovní elektromotorka STORM Pulse se může chlubit kapacitou baterie 28,5 kWh, zde se právě dostáváme k zajímavé hodnotě dojezdu až 380 km na jedno dobití. Tato motorka má délku 217 cm, výšku 148 cm, šířku 76 cm a rozvor 154 cm. Jedná se o velmi pohodlnou cestovní elektrickou motorku [11].



Obr.27: Elektromotorka STORM Pulse [11]

S dalším skutečně velmi zajímavým konceptem, hledícím do budoucnosti, přišla společnost BMW, když v roce 2016 představila svou vizi moderní elektrické motorky Vision Next 100. Mělo by se jednat o stroj, kde řidič nebude potřebovat žádné speciální kombinézy pro případ chladného počasí, jelikož stroj bude vybaven klimatizací, která by se měla starat o jeho komfort, též by Vás tato “inteligentní” motorka měla chránit před nehodami, tudíž by nebylo nutné nosit při jízdě helmu. Elektromotor je u tohoto prototypu standartně umístěn uprostřed rámu. Motorka disponuje falešnými válci, tak aby byl design dokonalý. Pokud se vize BMW stane skutečností, možná už za pár let potkáme tento stroj na našich silnicích [11].



Obr.28: Elektromotorka budoucnosti Vision Next 100 [32]

Tesla Gigafactory

Dalším možným směrem je snížení ceny elektrických dopravních prostředků. Důležitým faktorem je v tomto směru cena baterií, která s touto chvílí opravdu není zanedbatelná. Jedním z kroků ke snížení ceny je větší sériovst výroby. O tento směr se v tuto chvílí snaží firma Tesla se svými Gigafactory.

Jesdná se o obrovský komplex, ve kterém se budou vyrábět baterie a automobily Tesla. V tomto komplexu, který se nachází v americké Nevadě, by se v roce 2020 měly vyrábět články s celkovou kapacitou 105 GWh. Toto číslo by pokrylo spotřebu 1,5 milionů automobilů Tesla. Firma Tesla ovšem nezůstává pouze u tohoto jednoho komplexu a v současné chvíli již uvádí do provozu Tesla Geigafactory 2 v Buffalu a vybírá další tři lokace pro Tesla Gigafactory 3,4,5. [30]

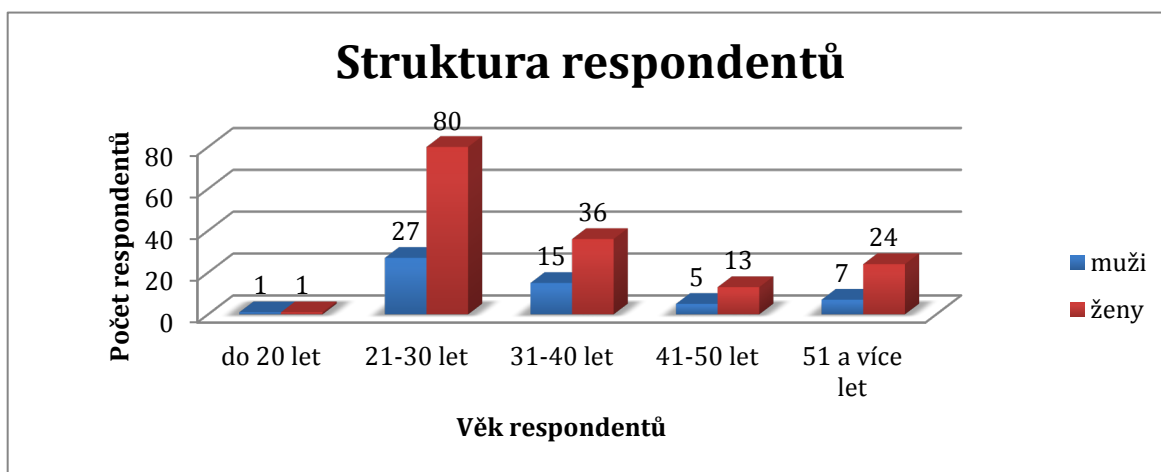
6 Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření je v bakalářské práci zahrnuto pro zajímavost, jak lidé vjímají a hodnotí osobní elektrické dopravní prostředky, jak jsou pro ně zajímavé, či je dokonce již užívají apod. V dotazníku bylo uvedeno 10 otázek týkajících se vztahu respondentů k osobním elektrickým dopravním prostředkům a 4 otázky identifikační, týkající se demografických údajů. Tento počet dotazů mi přišel adekvátní vzhledem k úspoře času respondenta a pro splnění účelu toto množství dotazů postačovalo. Celkový počet respondentů, kteří se zúčastnili dotazníkového šetření, činil 209.

Z celkového počtu 10ti otázek, položených v dotazníku, byly vybrány ke grafickému zobrazení následující 3:

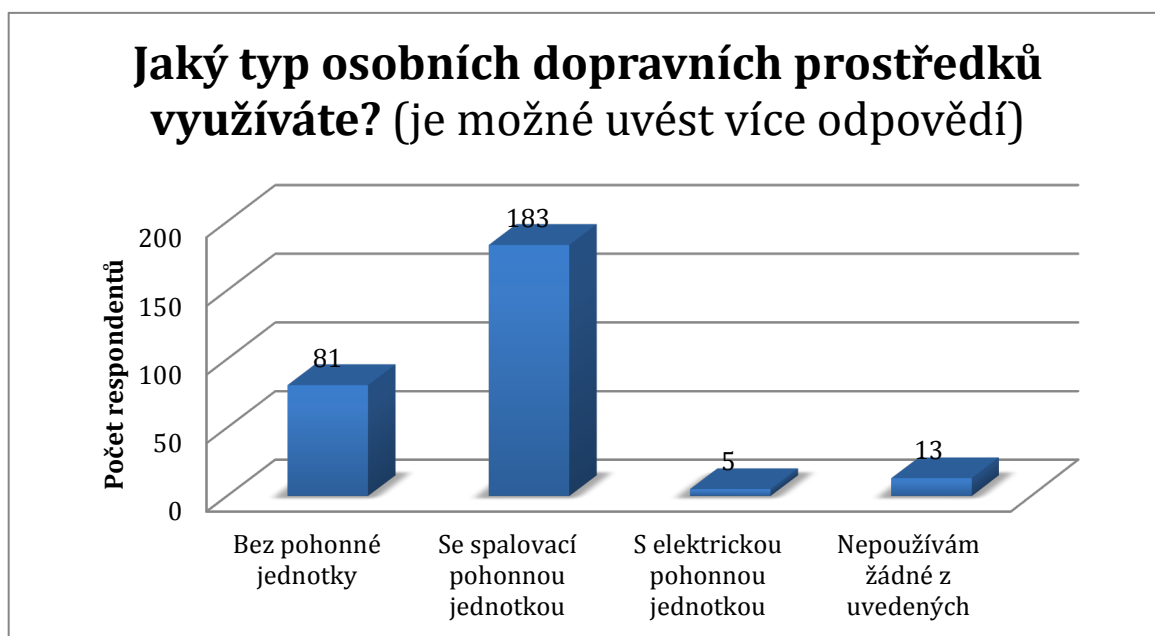
- Jaký typ osobních dopravních prostředků využíváte?
- Co by Vás motivovalo k užívání elektrických osobních dopravních prostředků jako např. Elektro kolo, elektrický skútr, el. automobil, Segway apod.?
- Jaký typ elektrických osobních dopravních prostředků aktuálně využíváte?

Dotazník vyplnilo celkem 55 mužů, tedy 26% z celkového počtu 209 respondentů. Žen se zúčastnilo znatelně více, tedy 154, což činí 74% všech dotázaných. Nejvíce respondentů se zařadilo do věkové kategorie 21-30 let, nejméně respondentů bylo v kategorii do 20 let. Struktura respondentů je graficky znázorněna níže.



Obr. 29: Struktura respondentů

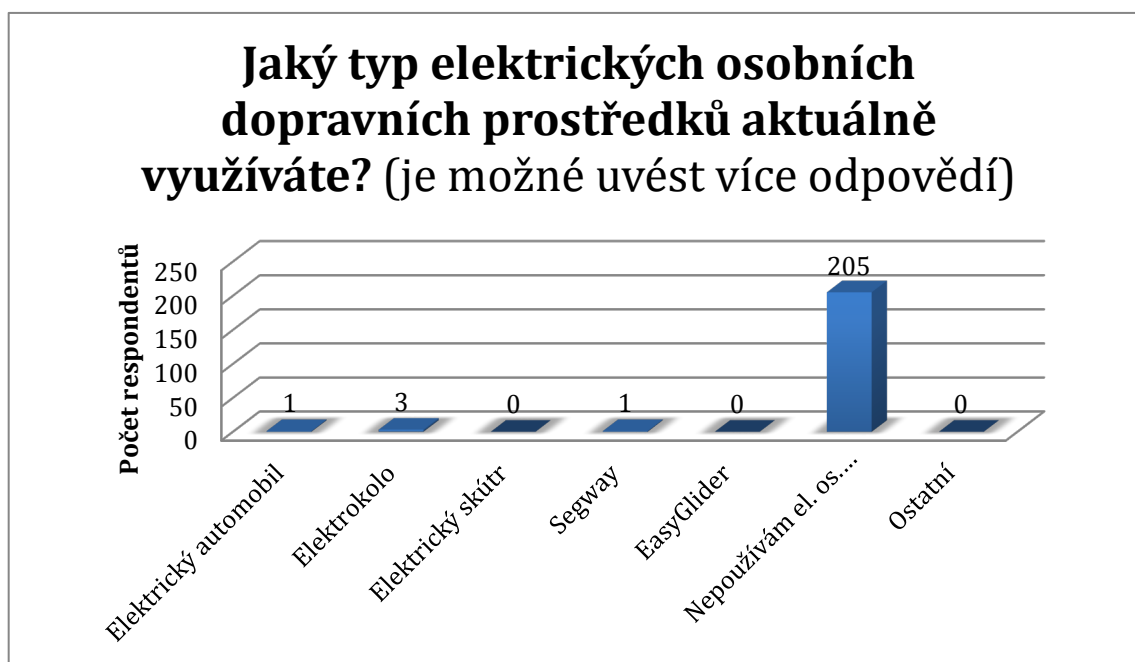
Z výsledků dotazu „Jaký typ osobních dopravních prostředků využíváte?“ je zřejmé, že většina respondentů, tj. 183 osob, využívá k osobní přepravě prostředek se spalovací pohonnou jednotkou. Osobní dopravní prostředek s elektrickou pohonnou jednotkou využívá pouze 5 respondentů, což činí pouze 2,4 %. To svědčí o tom, že osobní elektrické dopravní prostředky mají v České republice ještě velký potenciál do budoucna svými benefity spotřebitele zaujmout a na trhu tudíž vzniká i široký prostor pro výrobce a další ekonomické skupiny, neboť aktuální využívání osobních elektrických dopravních prostředků v našich podmínkách je opravdu malé. Dovolím si tímto tento výsledek vztáhnout celkově na naši populaci, jelikož z dostupných pramenů, ze kterých jsem čerpal, autoři vyvozovali též velmi nízké procento užívání těchto prostředků v naší zemi oproti jiným, např. severským státům.



Obr. 30: Typ užívaných osobních dopravních prostředků

V grafu znázorněném níže, jsem řešil otázku „Jaký typ elektrických osobních dopravních prostředků aktuálně využíváte?“, jelikož mě zajímalo, zda vůbec některý z respondentů takovýto prostředek používá. Drtivá většina respondentů, tedy 205, označila odpověď, že nepoužívá osobní elektrické dopravní prostředky. Jedná se o 98% respondentů. 3 respondenti užívají elektrokolo, z toho jeden z nich současně i elektrický automobil a jeden další respondent používá Segway.

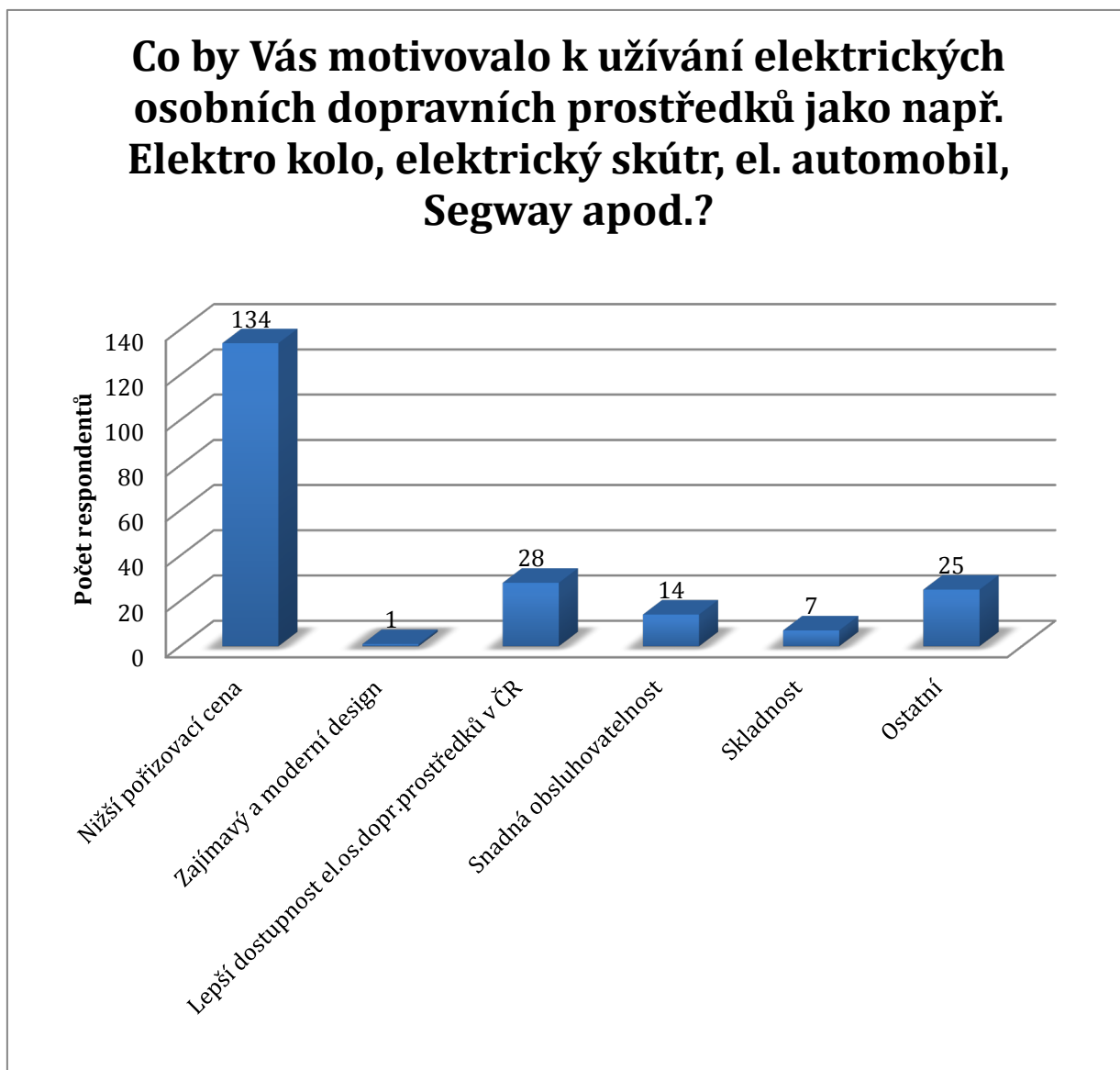
Toto číslo opět koresponduje s českým trendem, kdy můžeme zhodnotit, že osobní elektrické dopravní prostředky u nás zatím nejsou moc využívány.



Obr. 31: Respondenty využívané elektrické osobní dopravní prostředky

Dále mě zajímala motivace spotřebitelů k užívání osobních elektrických dopravních prostředků, k čemuž jsem využil dotazu „Co by Vás motivovalo k užívání elektrických osobních dopravních prostředků jako např. elektrokolo, elektrický skútr, el. automobil, Segway apod.?“. Jelikož jsem vyvozoval, že závěr u předchozího dotazu bude negativně hovořit pro osobní elektrické dopravní prostředky. Vybral jsem 5 bodů, které jsou dle mého názoru pro potenciální uživatele stěžejní, a ještě jsem zvolil možnost vlastní odpovědi pro respondenty, kteří si z nabídky nemohli vybrat. Nejvíce respondentů, tj. 134, by k užívání elektrických osobních dopravních prostředků motivovala nižší pořizovací cena. 25 respondentů odpovědělo jinak, mezi zajímavé odpovědi se řadí požadavek na delší dojezd, zejména u elektroautomobilu, který je skutečně limitující, odpočet provozu z daní, dále 5 respondentů uvažuje konkrétně o pořízení elektrokola kvůli snazší přepravě a to z důvodu, že vzhledem ke zdravotním problémům již nemohou běžné kolo používat. 4 respondenti by uvažovali o užívání osobních elektrických dopravních prostředků, ale podmínkou by bylo

více stanic pro dobíjení baterie s kratší dobou nabíjení. 12 respondentů by k používání elektrických dopravních prostředků nemotivovalo vůbec nic.



Obr. 32: Motivace k užívání elektrických osobních dopravních prostředků

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zhodnocení technologického vývoje osobních elektrických dopravních prostředků. Práce se vzhledem k danému cíli věnuje jak jednotlivým druhům elektrických dopravních prostředků, tak informacím o používaných druzích motorů, využívaných baterií, jejich kvalitativnímu a kvantitativnímu zhodnocení. Bakalářská práce též pojednává o možném budoucím vývoji osobních elektrických dopravních prostředků a to na základě zjištěných informací a též uskutečněného dotazníkového šetření.

Elektrické dopravní prostředky prošli za dobu své existence velkými změnami. Tyto změny můžeme vidět především v konstrukci. Když se podíváme na první elektické motory, určené k pohonu osobních elektrických dopravních prostředků, zjistíme, že byly velice rozměrné a relativně málo výkoné. Také napájení bylo realizováno bateriemi, které měly dostatečnou kapacitu na to, aby uživatel ujel sotva několik kilometrů.

Z dotazníkového šetření vyplývá, že u nás není mnoho lidí, kteří by využívali elektrické dopravní prostředky. Většina z těch, kteří nevyužívají elektrické dopravní prostředky, by je začala pravděpodobně využívat, kdyby měli větší dojezd a nižší cenu. Bohužel prozatím nízkou sériovostí těchto výrob se výrazné snížení ceny nedá očekávat. Nezbývá než čekat, dokud některý z výrobců nepřijde na trh se systémem, který umožní zvýšit dojezdovou vzdálenost a tím i zvedne celkový zájem lidí o tyto dopravní prostředky.

Seznam literatury

- [1] Fdrive. [online]. Poslední změna 20.4.2017. [Cit. 20.4.2017]. Dostupné z: <https://fdrive.cz>
- [2] Mobimag. [online]. Poslední změna 15.3.2017. [Cit. 15.3.2017]. Dostupné z: <http://mobimag.cz/easyglider-elektricky-dopravni-prostredek>
- [3] The future of things. [online]. Poslední změna 15.3.2017. [Cit. 15.3.2017]. Dostupné z: <http://thefutureofthings.com>
- [4] Segways. [online]. Poslední změna 20.4.2017. [Cit. 20.4.2017]. Dostupné z: <http://www.segways.cz>
- [5] Segwaypt. [online]. Poslední změna 26.2.2017. [Cit. 2.3.2017]. Dostupné z: <http://segwaypt.cz>
- [6] VTM. [online]. Poslední změna 2.2.2017. [Cit. 16.3.2017]. Dostupné z: <http://vtm.e15.cz>
- [7] Ekolo. [online]. Poslední změna 11.3.2017. [Cit. 15.3.2017]. Dostupné z: <https://ekolo.cz>
- [8] Skutrmania. [online]. Poslední změna 13.1.2017. [Cit. 16.3.2017]. Dostupné z: <http://skutrmania.cz>
- [9] Electric scooters guide. [Online]. Poslední změna 1.12.2016. [Cit. 30.1.2017]. Dostupné z: <http://www.electricscootersguide.com>
- [10] Auto. [online]. Poslední změna 12.1.2017. [Cit. 30.1.2017]. Dostupné z: <http://www.auto.cz>
- [11] Hybrid. [online]. Poslední změna 25.2.2017. [Cit. 14.4.2017]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz>
- [12] Svet androida. [online]. Poslední změna 2.2.2017. [Cit. 23.5.2017]. Dostupné z: www.svetandroida.cz
- [13] CDR. [online]. Poslední změna 13.2.2017. [Cit. 15.3.2017]. Dostupné z: <http://cdr.cz>
- [14] One wheel. [online]. Poslední změna 13.11.2016. [Cit. 2.3.2017]. Dostupné z: www.onewheel.com
- [15] Star walker. [online]. Poslední změna 16.4.2017 [Cit. 16.5.2017]. Dostupné z: <http://www.starwalker.cz>

- [16] Unikolo. [online]. Poslední změna. 10.4.2017 [Cit. 22.4.2017]. Dostupné z: <http://www.unikolo.cz>
- [17] Motokary-brno. [online]. Poslední změna. 23.1.2017 [Cit. 17.2.2017]. Dostupné z: <http://www.motokary-brno.cz>
- [18] Cmkarting. [online]. Poslední změna. 14.12.2016 [Cit. 16.4.2017]. Dostupné z: <http://www.cmkarting.cz>
- [19] City bikes. [online]. Poslední změna. 24.3.2017 [Cit. 4.6.2017]. Dostupné z: <http://www.citybikes.cz/prestavba-na-elektrokolo/pomocny-motor-na-kolo-predni-8fun-36v250w>
- [20] Otl kart. [online]. Poslední změna. 24.2.2107 [Cit. 10.5.2017]. Dostupné z: <http://otlkart.com/>
- [21] Nazeleno. [online] Poslední změna. 12.1.2017 [Cit. 13.4.2017]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz>
- [22] Ekologicka auta [online]. Poslední změna .18.6.2015 [Cit. 20.4.2017]. Dostupné z: <http://ekologickaauta.cz/mapa-dobijecich-stanic>
- [23] e-pohon. [online]. Poslední změna 10.4.2017. [Cit. 20.4.2017]. Dostupné z: <https://www.e-pohon.cz>
- [24] Hrubíšek, Ivo: Elektrokola nová dimenze cyklistiky, vyd. Cykloknihy s.r.o,2011. 131 s., ISBN 978-80-87193-18-1
- [25] Segway. [online]. Poslední změna 15.3.2017. [Cit. 20.4.2017]. Dostupné z: <http://www.segway.cz>
- [26] Elektromobil v seznamu. [online] Poslední změna. 14.12.2016 [Cit. 25.4.2017]. Dostupné z: <http://elektromobil.vseznamu.cz>
- [27] Bateria. [online]. Poslední změna. 18.12.2016 [Cit. 15.5.2017]. Dostupné z: www.bateria.cz
- [28] Extreme tech. [online]. Poslední změna. 16.1.2017 [Cit. 26.4.2017]. Dostupné z: www.extremetech.com
- [29] Techpark. [online]. Poslední změna. 10.7.2016 [Cit. 15.5.2017]. Dostupné z: <http://www.techpark.sk>
- [30] Svet hardware. [online]. Poslední změna. 21.1.2017 [Cit. 28.5.2017]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/>

- [31] HOŘAVA, J.: Skalární versus vektorové řízení synchronních motorů. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Poslední změna. 2009 [Cit. 1.6.2017]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=16036
- [32] Brand BMW motorrad. [online]. Poslední změna. 25.4.2017 [Cit. 3.6.2017]. Dostupné z: <https://www.brand.bmw-motorrad.com/en/experience/stories/brand/vision-next-100.html>
- [33] Mountain bike magazin. [online]. Poslední změna. 13.1.2017 [Cit. 4.6.2017]. Dostupné z: <http://www.mountainbike-magazin.de/e-mountainbike/news/haibike-xduro3-das-sind-die-wichtigsten-e-mountainbike-neuheiten-2016-von-haibike.1392748.2.htm>

Přílohy

Příloha A-Dotazník

Dotazník týkající se preference osobních dopravních prostředků

Prosím, u každého bodu označte vždy pouze jednu odpověď, která nejlépe vystihuje Vaši situaci, Váš názor, pokud není určeno jinak.

1. Který z uvedených faktorů má vliv na volbu způsobu Vaší dopravy?

- a) Pohodlí
- b) Bezpečnost
- c) Rychlost
- d) Ekologičnost
- e) Cena
- f) Jiný, uveďte:

2. Jaký typ *osobních* dopravních prostředků využíváte? (zde je možné uvést více odpovědí)

- a) Bez pohonné jednotky (kolo, koloběžka, apod.)
- b) Se spalovací pohonnou jednotkou (os. automobil, skútr, motorka, apod.)
- c) S elektrickou pohonnou jednotkou (os. automobil, skútr, elektrokolo, apod.)
- d) Nepoužívám žádné z výše uvedených

3. Co by Vás motivovalo k užívání elektrických osobních dopravních prostředků jako např. elektrokolo, elektrický skútr, el. automobil, Segway apod.?

- a) Nižší pořizovací cena
- b) Zajímavý a moderní design
- c) Lepší dostupnost el.os. dopravních prostředků v ČR

- d) Snadná obsluhovatelnost
- e) Skladnost (nízká hmotnost, rozložitelnost, apod.)
- f) Jiné, uveďte:

4. Jaký typ elektrických osobních dopravních prostředků aktuálně využíváte? (zde je možné uvést více odpovědí)

- a) El. automobil
- b) Elektrokolo
- c) El. skútr
- d) Segway
- e) EasyGlider
- f) Nepoužívám žádný el.os. dopravní prostředek
- g) Jiný, uveďte:

5. Jaké výhody shledáváte v užívání el. os. dopravních prostředků (ať ho již vlastníte či nikoli)?

- a) Menší dopady na životní prostředí
- b) Snažší přeprava po městě
- c) Nižší provozní náklady
- d) Nižší hlučnost
- e) Neshledávám žádné výhody
- f) Jiné, uveďte:

6. V případě, že by bylo možné si pouze zapůjčit některý z el.os.dopravních prostředků v půjčovně, využili byste této možnosti?

- a) Ano
- b) Ne
- c) Nevím

Demografické údaje

1. Pohlaví

Muž

Žena

2. Věk

Do 20 let 21 – 30 let 31 – 40 let 41 – 50 let 51 a více
let

3. Skupina obyvatel

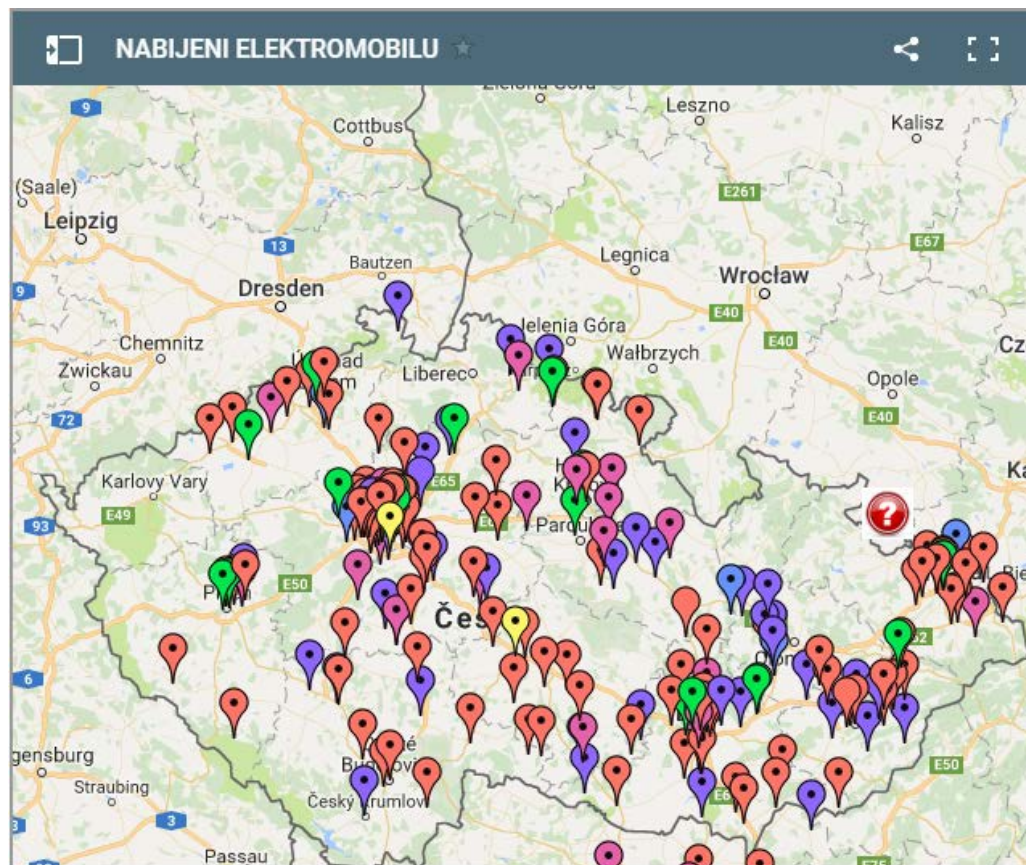
Student Podnikatel Zaměstnanec Nezaměstnaný
Důchodce Osoba na rodičovské dovolené

4. Dokončené vzdělání

Základní Středoškolské s výučním listem Středoškolské s maturitou
Vyšší odborné Vysokoškolské

Děkuji za vyplnění dotazníku.

Příloha B- Mapa dobíjecích stanic ČR



Obr. 33: Mapa dobíjecích stanic [22]