

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Eliška Chmelařová

Model systému e-bikesharingu pro středně velké
komunity uživatelů

Bakalářská práce

2017



K616.....Ústav dopravních prostředků

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Eliška Chmelařová

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – MED – Management a ekonomika dopravy a telekomunikací

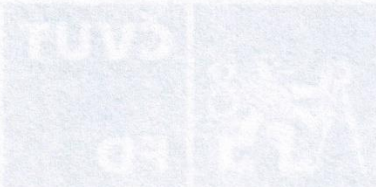
Název tématu (česky): **Model systému e-bikesharingu pro středně velké komunity uživatelů**

Název tématu (anglicky): Model of e-bike sharing for middle sized user communities

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Seznamte se s problematikou bikesharingu, cíleného zejména na skupiny uživatelů odpovídající studentům a vyučujícím FD ČVUT (případně ČVUT).
- Seznamte se s problematikou konstrukce elektrokola a energetické a finanční náročnosti jeho provozu.
- Popiště vhodné modely bikesharingu ve světě, aplikovatelné na danou problematiku.
- Na základě průzkumu vhodného vzorku možných uživatelů definujte požadavky na systém.
- Pomocí vhodných nástrojů vytvořte a za použití parametrů z průzkumu použijte model k řešení možného elektro bikesharingu na FD ČVUT.



Rozsah grafických prací: Dle pokynů vedoucího

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: teNeues: The eBike Book, Teneues, 2013.
Příručka: Optimalizace systémů veřejných jízdních kol v evropských městech, OBIS, červen 2011.
Lapáčková M., Bike sharing elektrokol na Fakultě dopravní, diplomová práce FD ČVUT v Praze, 2014.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **15. července 2016**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **14. června 2017**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravních prostředků

prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Eliška Chmelařová
jméno a podpis studenta


V Praze dne.....15. července 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze den... 9.6. 2017 ...

Podpis... 

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu doc. Ing. Petru Bouchnerovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce a Ing. Kateřině Hanuškové za poskytnutí potřebných informací týkajících se pojištění systému.

Abstrakt

Autor:	Eliška Chmelařová
Název bakalářské práce:	Model systému e-bikesharingu pro středně velké komunity uživatelů
Vysoká škola:	České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní
Rok vydání:	2017
Počet stránek:	42

Tato bakalářská práce je zaměřena na možnosti využití e-bikesharingu. Seznamuje s problematikou konstrukce elektrokola a finanční náročností jeho provozu. Dále se zabývá již fungujícími systémy e-bikesharingu ve světě. Cílem práce je definovat požadavky na systém na základě uživatelského průzkumu a vytvoření modelu e-bikesharingu pro Fakultu dopravní ČVUT v Praze.

Klíčová slova: elektrokolo, kolo, bikesharing systém, e-bikesharing systém, sdílení elektrokol, univerzitní bikesharing, udržitelná doprava

Abstract

Author: Eliška Chmelařová
Title of bachelor thesis: Model of e-bike sharing for middle sized user communities
University: Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation Sciences
Year of publication: 2017
A number of pages: 42

The bachelor thesis is focused on the possibilities of using e-bike sharing. It describes the construction of an e-bike and electric and financial demands of its operation. It deals with already functioning e-bike sharing systems in the world. The aim of the thesis is to define requirements for the system based on user survey and creation of the e-bike sharing model for the Faculty of Transportation Sciences CTU in Prague.

Keywords: e-bike, bike, bike sharing system, e-bike sharing system, electric bikes, University bike sharing, sustainable transport

Obsah

Úvod	8
1. Bikesharing	9
1.1. Vývoj bikesharingu	9
1.2. Výhody	10
1.3. Nevýhody	11
2. Elektrokola	12
2.1. Historie	12
2.2. Legislativa	14
2.3. Elektromotor	14
2.4. Baterie	15
2.4.1. Napětí baterie	16
2.4.2. Nabíjení baterie	16
2.4.3. Umístění baterie	16
2.5. Dojezd elektrokola	17
3. E-bikesharing	18
3.1. Registrace	18
3.2. Stanice	18
3.3. Samoobslužný terminál	19
3.4. Způsoby dobíjení	19
3.5. Podpůrný systém	20
3.6. Další součásti	20
4. E-bikesharing systémy ve světě	21
4.1. HOMEPORT	21
4.1.1. Oxonbike	21
4.2. Bewegen	23
4.2.1. Zyp BikeShare	23
4.3. GoBike	24
4.3.1. Bycyklen	24

4.4.	Bonopark	26
4.4.1.	BiciMAD.....	26
5.	Univerzitní e-bikesharing systémy	29
5.1.	CycleUshare	29
5.2.	e-Velolink.....	31
5.3.	Srovnání parametrů univerzitních e-bikesharing systémů.....	32
6.	Popis řešeného problému	33
7.	Průzkum	35
7.1.	Cíl průzkumu	35
7.2.	Metody průzkumu	35
7.3.	Vyhodnocení dotazníků	35
7.3.1.	Údaje o respondentech.....	35
7.3.2.	Vyhodnocení otázek	36
7.3.3.	Škálovací otázky.....	41
7.3.4.	Náměty a připomínky respondentů	44
8.	Model.....	45
8.1.	Popis modelu systému.....	45
8.2.	Návrh finančního modelu projektu	46
8.2.1.	Náklady	46
8.2.2.	Příjmy	48
9.	Závěr	49
	Reference	50
	Seznam obrázků.....	53
	Seznam grafů	54
	Seznam tabulek	55
	Seznam příloh.....	56

Úvod

Doprava ve městech je problém, který se dotýká celé společnosti. Města jsou si vědoma neudržitelnosti současné situace a snaží se ji řešit. Proto se v posledních letech zavádějí opatření, která by měla přispět k udržitelnému vývoji dopravy ve městech.

Jedním z alternativních způsobů dopravy, který je stále oblíbenější, je bikesharing. Mezi jeho přínosy se řadí zlepšení kvality ovzduší, omezení kongescí, hluku, emisí a skleníkového efektu. Popularita těchto systémů je spojována s rostoucím zájmem o cyklistiku a možností aktivního pohybu.

Provozovatelem bývá zpravidla město či firma, nabízející obyvatelům možnost půjčení kola. Na rozdíl od klasických cyklo půjčoven, je systém zaměřen spíše na uspokojení potřeby přemístění, než na sportovní aktivitu. Bikesharing má dvě klíčové výhody oproti jiným dopravním projektům: počáteční investice je nízká a doba na zavedení krátká.

Ve více než 600 evropských a světových městech je tento způsob dopravy již hojně využíván. Nejrozšířenější je v Číně, například v Hangzhou a Šanghaji, dále ve Francii, Španělsku, USA, a Německu. V rámci evropských metropolí je nejvíce kol k dispozici v Paříži (asi 20 000), Londýně, Amsterdamu a Barceloně. [1]

Bikesharing přináší udržitelný, alternativní a zdraví prospěšný způsob dopravy především na kratší vzdálenosti. Sdílení elektrických kol poskytuje ještě další výhody oproti klasickému bikesharingu. Elektrokola snižují úsilí, které musí jezdec při jízdě vyvinout, ulehčují jízdu v kopcovitém terénu a rozšiřují přepravní vzdálenost.

V praktické části bakalářské práce se zabývám možností implementace e-bikesharing systému pro Fakultu dopravní ČVUT. Cílem práce je navrhnout model systému na základě uživatelského průzkumu, zhodnotit finanční náročnost zavedení a jeho provozu.

Fakulta dopravní je tvořena třemi budovami, které se nachází v centru Prahy a studenti i zaměstnanci mezi nimi během dne přejíždějí. I přesto, že je pražská veřejná doprava na velmi vysoké úrovni, není možné přejezd zvládnout během 15 minutové přestávky. Ve své práci se zabývám alternativní možností přepravy mezi školními budovami, kterou je systém sdílení elektrických kol.

1. Bikesharing

Bikesharing je v podstatě samoobslužná půjčovna kol, zajišťovaná pomocí sítě stanic umístěných v ulicích, kde si uživatel může kolo krátkodobě zapůjčit. Oproti klasickým půjčovnám je bikesharing pro koncového uživatele levnější. [1]

1.1. Vývoj bikesharingu

Bikesharing se od svého počátku v roce 1965, kdy amsterdamský radní Luud Schimmelpennink navrhl první veřejný systém, výrazně rozvinul. Schimmelpennink chtěl dosáhnout omezení automobilové dopravy v centru města. Proto navrhl systém čítající 20 000 kol natřených na bílo, které by si bylo možné zdarma zapůjčit a vrátit kdekoli v centru města. Městská rada jeho návrh zamítla, ale jeho přívrženci darovali 50 bílých kol, které si bylo možné ve městě zdarma zapůjčit. Policie však kola zabavila s tím, že podněcují ke krádežím a vandalismu. Ačkoli bikesharing v tak velkém měřítku a zdarma nikdy zaveden nebyl, menší systémy se podařilo implementovat například v Madisonu ve státě Wisconsin a Portlandu ve státě Oregon.

Další pokus o zavedení bikesharingu se objevil v roce 1993 v La Rochelle ve Francii. Nabízel bezplatný, ale více regulovaný systém, umožňující veřejnosti zapůjčení kol maximálně na dvě hodiny. Ve stejném roce byl podobný systém implementován v Cambridge. Tento typ bezplatného pronajímání kol, známý také jako „bicycle library“, snížil problémy s krádežemi, protože se uživatelé museli prokázat průkazem totožnosti a složit zálohu za kolo. Nicméně vyžadoval vrácení kola na stejné místo, ze kterého bylo zapůjčeno.

V reakci na tyto problémy představila Kodaň druhou generaci bikesharingu nazvanou ByCyklen. Aby se zabránilo odcizení nebo poničení byla používána bytelná solidní kola, která se zamykala ke speciálním stojanům. Ačkoli byl systém bezpečnější než jeho předchůdci, stále zůstal zranitelný, protože uživatelé nebyli nikde registrováni a nebylo tedy možné vymáhat odpovědnost za poškození nebo krádež kola.

Další generace se zaměřila na zlepšení zabezpečení, zodpovědnosti uživatelů a placení. Tyto systémy mají jako součást provozního plánu vyvinuté metody pro registraci uživatelů a monitoring využívání. Bikesharing v Rennes ve Francii byl prvním, který začal používat technologii „chytrých“ karet, a to v roce 1998. V roce 2001 byl do provozu uveden systém Velo'v v Lyonu, z něhož vychází systém Vélib' v Paříži (Obrázek 1), v současnosti jeden z nejúspěšnějších na světě. Tyto dva systémy se staly prototypy třetí generace.



Obrázek 1: Systém Vélib' v Paříži [Zdroj autor]

Klíčovými vlastnostmi generace „chytrých“ bikesharing systémů jsou technologické pokroky, které zvýšily úroveň zabezpečení a možnost kontroly využívání kol. To probíhá prostřednictvím identifikačních zařízení a umožňuje monitorování kapacity stanic a užívání kol v reálném čase. Všichni uživatelé musí předložit průkaz totožnosti, jak při registraci, tak při zapůjčení kola. Většina systémů v Evropě a Severní Americe využívá zejména kreditní karty pro platby a zabezpečení systému, v Asii jsou preferovány národní identifikační průkazy. Pokud uživatel kolo nevrátí, může mu být z kreditní karty stržen poplatek nebo je karta zablokována, aby si nemohl půjčit další.

Uživatelé systému BikeRio v Rio de Janeiru se předem registrují on-line nebo prostřednictvím mobilní aplikace. Aby mohli provést výpůjčku, musí se přihlásit do aplikace, pomocí které odemknou kolo. Ve Washingtonu, D. C. a v Mexico City dostanou předem registrovaní uživatelé poštou klíčenku, která obsahuje radiofrekvenční identifikační kartu. Ta umožňuje jednoduše odemknout kolo ze stanice. V zemích, kde platby kreditní kartou nejsou tak rozšířené, využívají jiné způsoby, jak zajistit finanční zodpovědnost. Ve většině čínských systémů musí uživatel buď složit deposit na „chytrou“ kartu nebo poskytnout identifikační průkaz. Pokud kolo není vráceno, uživatel ztrácí právo na vrácení depositu nebo je pokutován. [2]

1.2. Výhody

Bikesharing přináší pro město mnoho výhod. Patří mezi ně zlepšení dopravní situace díky omezení provozu v centru města a snižování kongescí. Má pozitivní vliv na životní prostředí,

zlepšuje se kvalita ovzduší. Tento způsob dopravy urychluje pohyb v porovnání s chůzí, v některých případech i ve srovnání s MHD a automobilem. Další výhodou je možnost zapůjčení a vrácení kola na různých místech. Bikesharing je tak velmi vhodný pro jednosměrné cesty, na periferiích města doplňuje MHD a v centru se stává jeho alternativou. Aktivní pohyb na kole má nesporně pozitivní vliv na zdraví uživatelů. Město je také kladně vnímáno z pohledu turistů.

Výhodami pro uživatele je to, že systémy jsou automatizované, jednoduché na obsluhu a poplatek za použití bývá nízký. Kolo si lze vypůjčit v jakoukoliv denní i noční hodinu a s nalezením nejbližší stanice pomáhají mobilní aplikace. Zejména ve městech, která mají problémy s kongescemi, dokáže bikesharing zkrátit čas potřebný pro přepravu. Navíc si uživatelé těchto systémů nemusí pořizovat vlastní kolo a starat se o jeho údržbu a servis.

1.3. Nevýhody

Největším záporem bikesharingu je problém s financováním. Bikesharing je výhodný a levný pro uživatele, ale často drahý pro provozovatele. Částka, kterou zaplatí uživatelé za pronájem kola, pokryje přibližně 5 – 10 % nákladů na provoz. U MHD to bývá kolem 30 %. Do celkových nákladů je nutné kromě ceny kol započítat také náklady na stanice, personál, údržbu a opravy kol, systém redistribuce, provoz počítačové podpory apod. [1]

Dalšími slabinami jsou problémy se zabezpečením kol proti krádežím a vandalismu a špatná dopravní infrastruktura. Lidé v Praze také nejsou příliš zvyklí využívat kolo jako dopravní prostředek. U většiny systémů není možné vrátit kolo kdekoliv, ale pouze do stanice. Problém může nastat tehdy, pokud je stanice plná a uživatel je nucen hledat jinou. Otázkou je provoz systému v zimních měsících, protože ne každý je ochoten využívat kolo v nepříznivém počasí.

Jedním z prvních českých konstruktérů elektrokol byl Ing. H. Fügner, který v roce 1944 představil prototyp s upraveným dynamem Sentuilla o výkonu 150 W a napětím 24 V. Při jízdě po rovině dosahovalo kolo rychlosti 14 km/h. Kapacita olovených baterií byla 75 Ah a na rovině mělo dojezd až 70 km. Jeho váha však dosahovala 140 kg (Obrázek 3). [5]



Obrázek 3: M. Fügner na cestě do Voskovic [5]

Největším problémem elektrokol té doby byly baterie kvůli své velikosti a vysoké hmotnosti. Po většinu 20. století byl malý zájem jak o elektrokola, tak i o běžná jízdní kola, protože pohonné hmoty byly levné a ekologická odpovědnost velmi slabá. Začalo období masové motorizace a užívání automobilů a motocyklů rostlo. Jen ti, kteří si nemohli dovolit ani nejlevnější automobil stále používali kola.

Ropná krize v roce 1973 a první ekologická hnutí způsobily obnovení zájmu o elektrická vozidla. Lidé si však už zvykli na rychlé automobily a motocykly a jen málo z nich se vrátilo ke kolům.

Až v 90. letech 20. století se zájem o elektrokola začíná rozvíjet. Od té doby počet modelů elektrokol na trhu exponenciálně roste. Mnoho výrobců přichází s novými řešeními, díky technologickým inovacím jsou elektrokola lehčí a baterie mají větší kapacitu. Také dojezd se stále zvyšuje a na kratší vzdálenosti jsou schopna nahradit automobil. [6]

2.2. Legislativa

Legislativa pro provoz elektricky asistovaných kol se řídí Směrnicí evropského společenství O schvalování typu dvoukolových a tříkolových motorových vozidel – 2002/24/EC ze dne 18. března 2002.

V zemích EU vešla v září 2009 v platnost norma, která zpřesňuje požadavky na elektrický obvod, elektrické kabely a spoje, elektromagnetickou kompatibilitu, testování baterií, maximální rychlost, řízení výkonu a měření maximálního výkonu. Tato norma má označení ČSN EN 15194 a je též známá pod zkratkou EPAC (Standard for Electronically Power Assisted Cycles).

Pokud elektrokolo vyhovuje dané směrnici a normě je na něj pohlíženo podle českého Zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích Vyhlášky č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích jako na běžné jízdní kolo bez elektrické asistence.

Ze schvalovacího procesu jsou vyjmuta elektrokola, u nichž je maximální jmenovitý výkon elektromotoru 250 W a jejichž rychlost s asistencí motoru nepřekročí 25 km/h. Dále nesmí být napětí baterie vyšší než 48 V.

Asistence elektromotoru je aktivována pouze při šlapání, akcelerátor může z klidového stavu uvést elektrokolo jen do rychlosti 6 km/h a motor pomáhá pouze do maximální asistované rychlosti. Při asistenci u vyšší rychlosti než 25 km/h nebo překročení limitu jmenovitého výkonu 250 W je zakázáno provozovat elektrokola na pozemních komunikacích. [7]

2.3. Elektromotor

Nejdůležitějším parametrem elektromotoru je jeho výkon, který se udává ve wattech a je omezen legislativou na maximální jmenovitý výkon 250 W. Elektromotor může být umístěn do předního či zadního kola, nebo do středového složení, které je z hlediska využívání energie nejefektivnější a navíc nepůsobí problémy s vyvážením elektrokola. [8]

Dva základní koncepty motorů jsou „twist and go“ a „pedal assits“. Motor „twist and go“ je možné aktivovat, aniž by uživatel musel šlapat, což odporuje evropské legislativě o elektrokolech. „Pedal assits“ zahrnuje sensor, který měří intenzitu šlapání a přidává elektrickou energii, čímž snižuje námahu, kterou musí uživatel vyvinout. Tento systém sice pomáhá uživateli překonat kopce, ale neeliminuje nutnost šlapat a tím pádem přináší i zdravotní benefity. Zvyšující se výkon uživatele zvýší elektrickou podporu. [9]

2.4. Baterie

Baterie je nejdražší součástí elektrokola. Představuje až třetinu jeho ceny. V poslední době došlo k velkému vývoji baterií – jsou ekologičtější, menší, lehčí a mají delší výdrž. Mezi používané typy baterií patří:

- lithiové (Li-Ion, LiMn, LiPol, LiFePo, atd.),
- nikel-metal-hydridové,
- olovené (Pb),
- nikel-kadmiové (NiCd).

Nejrozšířenějším druhem baterií pro elektrokola jsou lithiové akumulátory. Jejich nevýhodami je vyšší pořizovací cena, nesmějí se vybit pod nejnižší přípustnou hodnotu a jejich maximální kapacita se postupem času snižuje. Ve všech ostatních parametrech však předčí starší olovené a NiCd baterie. Mají vysokou životnost, nízkou míru samovybití, jsou šetrnější k životnímu prostředí, vyznačují se velmi vysokou hustotou energie vzhledem k objemu (vysoká kapacita při malém objemu a nízké hmotnosti) a nemají paměťový efekt.

Z tohoto typu baterií jsou nejpoužívanější Lithium Iontové. LiPol (lithium polymerové) baterie mají dobrý poměr váha/výdrž/životnost. Jsou mírně dražší než Li-Ion a další nevýhodou je jejich citlivost na přesné nabíjení – je nutné používat pouze originální nabíječku. LiFePo (lithium-železo-fosfátové) baterie obsahují nejméně toxických materiálů, nemají ale takovou hustotu energie jako Li-Ion (potřebují tedy větší rozměry). Jejich životnost je srovnatelná s Li-Ion bateriemi.

Nikel-metal-hydridové akumulátory mají vysokou kapacitu, relativně dlouhou životnost a přijatelnou pořizovací cenu. Lze je skladovat v nabitém i vybitém stavu. Nesnášejí však dobře nízké teploty – při teplotách pod 5°C přestávají fungovat.

Olovené baterie byly prvním typem baterií, který se pro elektrokola používal, ale dnes jsou již překonané. Problémem těchto baterií je jejich složení ohrožující životní prostředí, vysoká hmotnost a velké rozměry. Při srovnání s moderními akumulátory zaostávají jak ve stabilitě, tak v délce životnosti. Jedinou jejich výhodou je nízká cena.

Nikel-kadmiové baterie se dnes již také nepoužívají. Jejich problémem z ekologického hlediska je přítomnost jedovatého kadmia. Oproti novějším technologiím mají nižší měrnou kapacitu. Jejich výhodami jsou poměrně dlouhá životnost, odolnost proti nízkým teplotám, spolehlivost a možnost skladování ve vybitém stavu. [3,10]

2.4.1. Napětí baterie

Důležitým parametrem baterií je jejich napětí. Zjednodušeně lze říci, že čím vyšší je napětí, tím vyšší výkon může motor poskytnout. Standardně se vyskytují tři druhy napětí:

- baterie s napětím 24 V – využívá se pro méně náročné uživatele, kdy nejsou takové požadavky na míru asistence a celkový dojezd;
- baterie s napětím 36 V – tyto baterie mají nejlepší poměr cena/výkon a jsou tedy nejběžnějším typem;
- baterie s napětím 48 V – používají se pro horská kola a náročný terén. Jejich nevýhodou je vysoká cena. [11]

2.4.2. Nabíjení baterie

Každá baterie je opatřena nabíječkou a lze ji dobít ze síťového napětí 220 V. Je možné si pořídit i rychlé nabíječky, které výrazně zkrátí čas nabíjení. Lithiové baterie nemají paměťový efekt, doporučuje se nabíjet je po každém použití, protože by se nikdy neměly nechat zcela vybit. Kompletní nabití baterie trvá mezi 4 – 6 hodinami.

K určení nákladů na jedno dobití baterie byla vybrána baterie s napětím 36 V, kapacitou 10 Ah a výkonem 360 Wh. Vybití na 20 % odpovídá 288 Wh. Energetická ztráta při nabíjení je 25 % z 288 Wh, jedno nabití z 20 % na 100 % tedy odpovídá 360 Wh [12]. Průměrná cena elektrické energie je 3,71 Kč/kWh [13]. Průměrné náklady na jedno nabití baterie jsou asi 1,34 Kč.

2.4.3. Umístění baterie

Baterie se umísťují na nosič kola, na rámovou trubku, nebo pod sedlo (Obrázek 4). Umístění baterie ovlivňuje jeho jízdní vlastnosti, zabezpečení proti krádeži a vzhled. Jako nejlepší umístění baterie se jeví úzká baterie uzamčená za sedlovou trubkou k rámu elektrokola nebo na speciálně designovanou hlavní rámovou trubku. Umístění baterie na nosiči přenáší váhu na zadní kolo a zhoršuje stabilitu. Baterie umístěné místo láhve mají při jízdě problém s vibracemi a jsou snadno odcizitelné. [14]



Obrázek 4: Umístění baterie [15]

2.5. Dojezd elektrokola

Dojezd elektrokola závisí na použité baterii, jejím napětí, kapacitě a především výkonu, který lze z těchto veličin určit. Kapacita baterie se pohybuje mezi 10 – 11 Ah. Výkon získáme tak, že vynásobíme napětí ve voltech a kapacitu (v Ah) baterie. Výkon pak uvádíme ve watthodinách (Wh).

Při ideálních podmínkách se spotřeba energie pohybuje mezi 3 až 7 Wh/km. Zásadní je však pro reálný dojezd míra asistence. Dále spotřebu energie ovlivňuje váha jezdce, terén, rozjezdy, teplota, stav kola atd. Při použití přímého záběru motoru může spotřeba vystoupat až na desítky Wh na kilometr.

Komerční elektrokola uvádí dojezd mezi 30-40 km. Bylo provedeno několik zkušebních jízd na typickém elektrokole (s baterií 240 Wh) v městském kopcovitém terénu. Váha jezdce byla 70 kg a dojezd se pohyboval mezi 20-25 km. Lze tedy předpokládat, že městská, sdílená elektrokola budou mít kratší dojezd, než uvádí výrobce. [14,16]

3. E-bikesharing

E-bikesharing je další generací bikesharing systémů. Skládá se z elektrokol, odstavných a dobíjecích stanic a podpůrného systému.

3.1. Registrace

Pokud chce zájemce využívat e-bikesharing, musí se nejprve zaregistrovat. To lze u většiny systémů provést prostřednictvím webové stránky, mobilní aplikace nebo přímo v samoobslužném terminálu.

3.2. Stanice

Na design elektrokol má největší vliv to, zda lze baterii vyjmout a nabíjet samostatně nebo se nabíjí společně s elektrokolem. To také zásadně ovlivňuje podobu dobíjecí stanice. Stanice v e-bikesharing systému mají za cíl zajistit fyzické zabezpečení a dobíjení elektrokol. Fyzické zabezpečení je možné realizovat stejně, jako u klasického bikesharingu, zamknutím do stojanu. Elektromechanický systém zjednodušuje proces vracení a ověřuje, že bylo elektrokolo vráceno a řádně zajištěno. Vhodné je také zastřešení stanice poskytující ochranu před nepříznivým počasím (Obrázek 5). [9]



Obrázek 5: Stanice pro e-bikesharing [17]

3.3. Samoobslužný terminál

Stanice poskytuje přístup k elektrokolům prostřednictvím samoobslužného terminálu. Ten identifikuje uživatele a umožní mu přístup k elektrokolu odemknutím elektromechanického zámku. Tato část systému je klíčem provozní koncepce a sbírá uživatelská data nezbytná k stanovení poplatku za užití kola. Terminál musí také identifikovat, že je elektrokolo vráceno a potvrdit, že je správně zabezpečeno.

Pokud je v systému více stanic a uživatel může elektrokolo vrátit do kterékoli z nich, musí být propojeny a koordinovány. Propojení je nejjednodušší pomocí mobilní nebo bezdrátové sítě. Sdílená data v systému s více stanicemi mohou být využita pro redistribuci elektrokol a informování o volných místech v ostatních stanicích. Terminály mohou uživateli poskytovat také informace o stavu elektrokola a zabránit tak půjčování těch, která potřebují projít údržbou, a zároveň upozorní personál. [9]

3.4. Způsoby dobíjení

Nutnost dobíjení baterií je hlavní rozdíl mezi stanicemi pro elektrická a klasická kola. Potřeba dobíjení vyžaduje spolehlivý přístup k elektrické energii. Nejspolehlivějším zdrojem je připojení do elektrické sítě. Další možností je instalace solárních panelů. Musí však existovat dostatečná rezerva energie, která bude zajišťovat nepřetržité fungování systému i v období nepříznivého počasí. Avšak skutečnost, že využívání systému a nutnost nabíjení klesne za nepříznivého počasí, může kompenzovat tato omezení. Hybridní síť tvořená rozvodnou a solární sítí by poskytovala nepřetržitý provoz i výhody obnovitelných zdrojů energie.

Fyzická podoba dobíjecího systému může být dvojího typu. Buď se elektrokolo napojí do nabíjecího systému bez nutnosti vyjmutí baterie, nebo je uživatel nucen baterii vyndat a nechat dobíjet zvlášť. Nabíjení baterie v elektrokole zjednodušuje proces vracení elektrokola, ale nevýhodou je, že elektrokolo není možné používat po dobu jeho nabíjení. Nabíjení samotné baterie vyžaduje schopnost uživatelů ji vyndat a opět vrátit, ale v průběhu nabíjení lze využívat všechna elektrokola, pokud je v systému více baterií než elektrokol. Dobíjecí systém obsahuje sloty, do kterých se baterie uloží, poskytuje jejich nabíjení, fyzické zabezpečení a umožňuje přístup uživatelům. Systém by měl také rozpoznat, zda do něj baterie skutečně patří, aby nebylo možné vrátit jinou, a tím se zabránilo jejich krádežím.

Nabíjecí profily baterií jsou do značné míry závislé na jejich chemickém složení. Nabíjení může být klasifikováno jako rychlé nebo pomalé. Obecně platí, že pomalé nabíjení zvyšuje životnost baterie, maximalizuje uskladněnou energii a minimalizuje riziko nadměrného nabití nebo přehřátí baterie. Komerční nabíječky se obvykle snaží najít nejlepší řešení mezi

nabíjecím časem a negativním vlivem na životnost baterie. Dobíjecí systém by ideálně mohl být schopen sledovat a na základě nasbíraných dat předpovídat poptávku a vybrat vhodný dobíjecí profil pro maximalizaci životnosti baterie, zatímco by v systému bylo stále dostatečné množství nabitých baterií. [9]

3.5. Podpůrný systém

Systém podpory zahrnuje datové sítě, administrativní podporu a zajištění údržby. Datová síť sdílí informace mezi stanicemi a centrálním řídicím uzlem. Kromě uživatelských dat a fakturačních údajů přenáší informace týkající se elektrokol (poloha, provozuschopnost, používání) a celkový stav systému (počet elektrokol ve stanicích, volné sloty pro nabíjení baterií, stav baterií atd.). Tyto informace jsou velmi užitečné pro správu celého systému. Dále je vhodné integrovat mobilní aplikaci a webové rozhraní pro uživatele, což umožňuje sbírat další data. [9]

3.6. Další součásti

V závislosti na provozní koncepci, mohou být elektrokola osazena dalšími součástmi. Často je nezbytné zabezpečit elektrokola i na jiném místě než v dobíjecí stanici. Proto je vhodné uživatele vybavit spolehlivým zámkem.

Přínosné je instalovat displej s GPS, který jednak umožňuje uživatelům lepší orientaci ve městě a zároveň lze elektrocolo snadno vystopovat. Pomocí GPS je možné sbírat další data o používání systému.

Kvůli zvýšení bezpečnosti by elektrokola měla být vybavena LED světlem, které se aktivuje při jízdě. Praktický je i zvonek nebo úložný prostor pro menší zavazadla.

4. E-bikesharing systémy ve světě

Existuje řada firem, které nabízí kompletní řešení bikesharingu, případně e-bikesharingu. U většiny řešení e-bikesharingu jsou do stávajícího systému sdílení jízdních kol zaváděna také elektrokola. Začínají se však objevovat i systémy, ve kterých jsou elektrokola zastoupena ze 100 %.

4.1. HOMEPORT

Firma Homeport je česká společnost, která nabízí kompletní řešení bikesharingu. Vznikla v roce 2004 a dnes má své systémy v pěti zemích – Francii, Velké Británii, Polsku, Saudské Arábii a v České republice.

Systém, který firma nabízí, se skládá z hardwaru tvořeného stanicemi, koly, elektrokoly, a softwaru tvořeného webovými stránkami, mobilní aplikací a podpůrného systému sloužícímu především k správě zákazníků a plateb, vytváření statistik o používání systému a dalšímu rozvoji. [18]

Testovací provoz má Homeport v Karlíně. Zkouší si zde nové technologie a systém představuje svým klientům. Je tvořen 10 stanicemi a 15 koly a dosud zde nejsou implementována elektrokola. V systému je registrovaných zhruba 900 uživatelů, především turisté a zaměstnanci karlínských firem, kteří kola využívají k cestám na obědy. [19]

Karlínský systém nabízí jak denní, týdenní tak i roční tarify. Na jednu registraci je možno půjčit až 4 kola. Od jejich počtu se odvíjí cena tarifu. Cena za 24 hodin a jedno kolo je 200 Kč. Týdenní tarif je 1000 Kč. Roční členství stojí 300 Kč a první dvě hodiny každé jízdy jsou zdarma. [20]

Po registraci a zaplacení příslušného tarifu obdrží zákazník login a PIN, kterým se do systému přihlásí a může využívat jeho služby.

4.1.1. Oxonbike

V roce 2016 vyvinula firma pátou generaci bikesharingu, tzv. hybridní systém, který zahrnuje i elektrokola. Jako první byl spuštěn ve městě Oxford a je dostupný 24 hodin denně. Speciální zámek umožňuje automatické dobíjení, které se aktivuje po vrácení elektrokola do stojanu. Stanice je napojena na elektrickou síť, případně je na ní umístěn akumulátor dobíjený solárním panelem. Pro hybridní systémy bylo vyvinuto speciální elektrokolo (Obrázek 6) uzpůsobené celoročnímu pobytu venku s dojezdem 55 km a maximální asistovanou rychlostí 25 km/h, což splňuje legislativu a normy. Elektrokolo je vybaveno GPS. [21]



Obrázek 6: Elektrokolo firmy Homeport [21]

Pro využívání systému je nutná registrace. Ta je možná několika způsoby – na kontaktním místě, na webové stránce, pomocí mobilní aplikace nebo přímo ve stanici přes registrační terminál. Zákazník má na výběr ze široké škály tarifů. Platby se provádí přes webové stránky, aplikaci nebo přímo ve stanici. Po registraci obdrží uživatel členské číslo a PIN, pomocí kterého si odemkne kolo ze stojanu. Pokud jsou všechny stojany ve stanici obsazeny, lze kolo zamknout v blízkosti stanice a pomocí zaslání emailu ukončit výpůjčku.

Tarify běžných a elektrických kol se liší. Roční členství pro běžná kola stojí 26 £ a v každé jízdě je prvních 30 minut zdarma, pro elektrokola je to 52 £ a prvních 20 minut zdarma. Při překročení doby bezplatné výpůjčky zaplatí uživatel za každou další započatou hodinu 1 £ u běžného kola a 2 £ u elektrokola. Kola je možné půjčovat i jednorázově, kdy každá započatá hodina stojí 1 £, případně 2 £ u elektrokola. [22]

4.2. Bewegen

Systémy od společnosti Bewegen fungují ve Wolfsburgu (Německo), Birminghamu (Alabama, USA), Lagoa (Portugalsko), Baltimoru (Maryland, USA) a Richmondu (Virginia, USA).

4.2.1. Zyp BikeShare

Zyp BikeShare je systém založený v listopadu 2015 v Birminghamu v Alabamě. Operuje s 40 stanicemi a 400 koly. Přibližně 25% těchto kol je elektrických, zbytek tvoří klasická jízdní kola. Kola jsou dostupná 24 hodin denně, 365 dní v roce.

Stanice slouží k vyzvednutí a vrácení kola a jako dobíjecí bod pro elektrokola. Platby se provádí pomocí kreditní karty. Ten, kdo si chce zapůjčit elektrické kolo, musí zkontrolovat dostatečné nabití baterie. [23]

Zyp BikeShare nabízí jak roční členství, tak i možnost krátkodobého využívání systému. Roční členství stojí 75 \$, 7denní 20 \$ a 24 hodinové 6 \$. Prvních 45 min každé jízdy je v ceně, delší výpůjčka je zpoplatněna. Jako součást zaváděcí strategie nabízel Zyp BikeShare limitovaný počet speciálních balíčků nazvaný „Shyfter“, dvouleté členství za 200 \$ s první hodinou každé jízdy zdarma. [24]

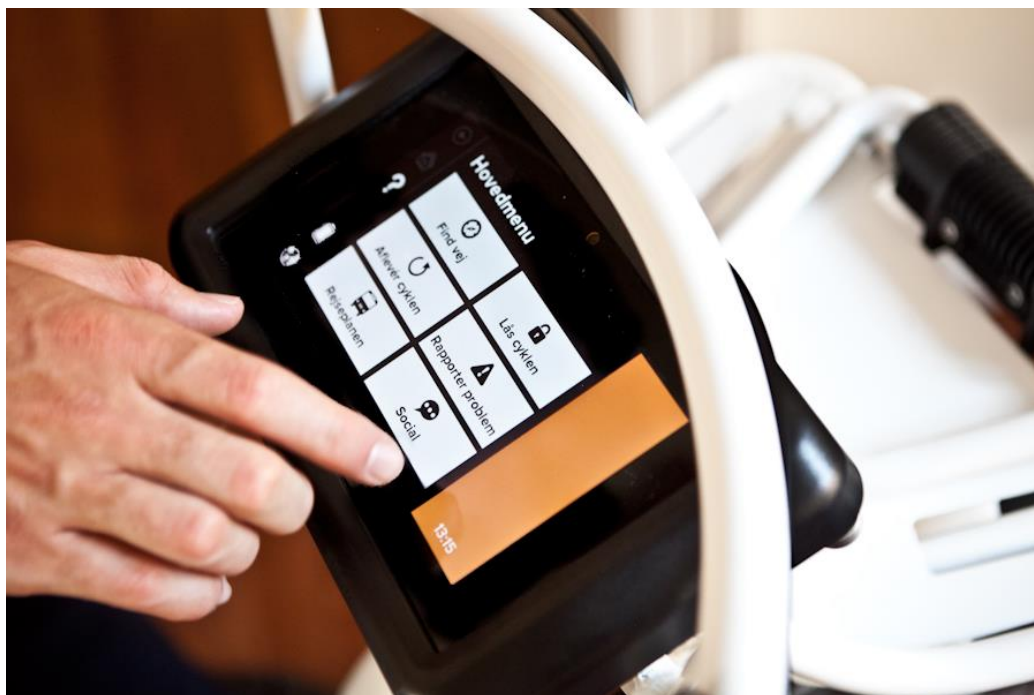
Zyp Bike Share nabízí možnost stáhnout si mobilní aplikaci (Obrázek 7), která je schopná odemknout kolo ze stojanu bez použití kreditní karty. Pozice všech kol a stanic v síti je vidět v reálném čase v aplikaci, stejně jako předchozí jízdy uživatele, časy dojezdů a nejoblíbenější stanice. Pokud uživatel na začátku jízdy zapne časovač, bude upozorněn, kdy se blíží uplynutí 45 minut. [25]



Obrázek 7: Mobilní aplikace [25]

4.3. GoBike

Společnost GoBike provozuje své systémy v Kodani, Frederiksbergu, Stavangeru, Barceloně a Utrechtu. Elektrokola jsou navržena tak, aby je mohl využívat každý. Mají nízký rám, pneumatiky odolné proti propíchnutí, elektromotor v předním kole, lehce nastavitelnou výšku sedla, vestavěná světla, zadní nosič a blatníky. Elektrokola jsou dále vybavena integrovaným tabletem (Obrázek 8) s GPS a digitálním zámek, který umožňuje zamknout kolo mimo nabíjecí stanici. [26]



Obrázek 8: Integrovaný tablet [26]

4.3.1. Bycyklen

Systém sdílení elektrokol Bycyklen nabízí dojíždějícím do Kodaně možnost využívat kola buď pro celou jejich cestu nebo na první/poslední míli při využívání veřejné dopravy. Bycyklen je také propagován jako program pro turisty, který umožňuje poznat město zábavnou cestou a vyzkoušet si způsob dopravy, který využívají místní.

Bycyklen nabízí elektrokola vybavená dotykovou obrazovkou na řídítkách, GPS umožňující najít dobíjecí stanice, veřejnou dopravu, turistické atrakce a restaurace. Obrazovka je vyvinuta tak, aby byla odolná vůči nepříznivému počasí a poškození.

Systém Bycyklen má 1860 elektrokol ve 100 dobíjecích stanicích s 2790 stojany (Obrázek 9) v Kodani a Frederiksbergu. Dobíjecí stanice jsou umístěny na významných místech po

městě a u velkých pracovišť. Jedna z nich je i před radnicí pro politiky a vládní pracovníky. Elektrokolo se vrací do stojanu zasunutím předního kola, čímž se automaticky aktivuje dobíjení baterie. Jakmile je vráceno, rozsvítí se na displeji potvrzení o vrácení a cena účtovaná za využití služby. [27]

Každá započatá hodina stojí 30 DDK (dánských korun), cca 110 Kč. Měsíční předplatné je za 70 DDK a zahrnuje 140 volných minut. Při vyčerpání limitu je účtováno 0,35 DDK za minutu. Od února 2017 je možné zakoupit předplacené balíčky na 600 (300 DDK) a 1200 minut (500 DDK). Balíček je platný jeden rok a na každý účet je možné zapůjčit až pět elektrokol najednou. [28]



Obrázek 9: Dobíjecí stanice Bycyklen [26]

4.4. Bonopark

Bonopark je španělská společnost zabývající se udržitelnou dopravou. Začala podnikat v roce 2009 a jejím prvním produktem bylo elektrokolo, jehož prodej soukromým subjektům měl velký úspěch. Společnost spatřila příležitost na trhu udržitelné dopravy. Po získání licence na dobíjecí stanice se začala přihlašovat do veřejných soutěží v řadě měst a obcí.

V červnu 2013 spustila společnost dva velké projekty: dBizi v San Sebastiánu a BiciMAD v Madridu. Jedním z cílů Bonoparku je nabízet svá řešení velkým firmám a korporacím pro interní využívání jejich zaměstnanci. [29]

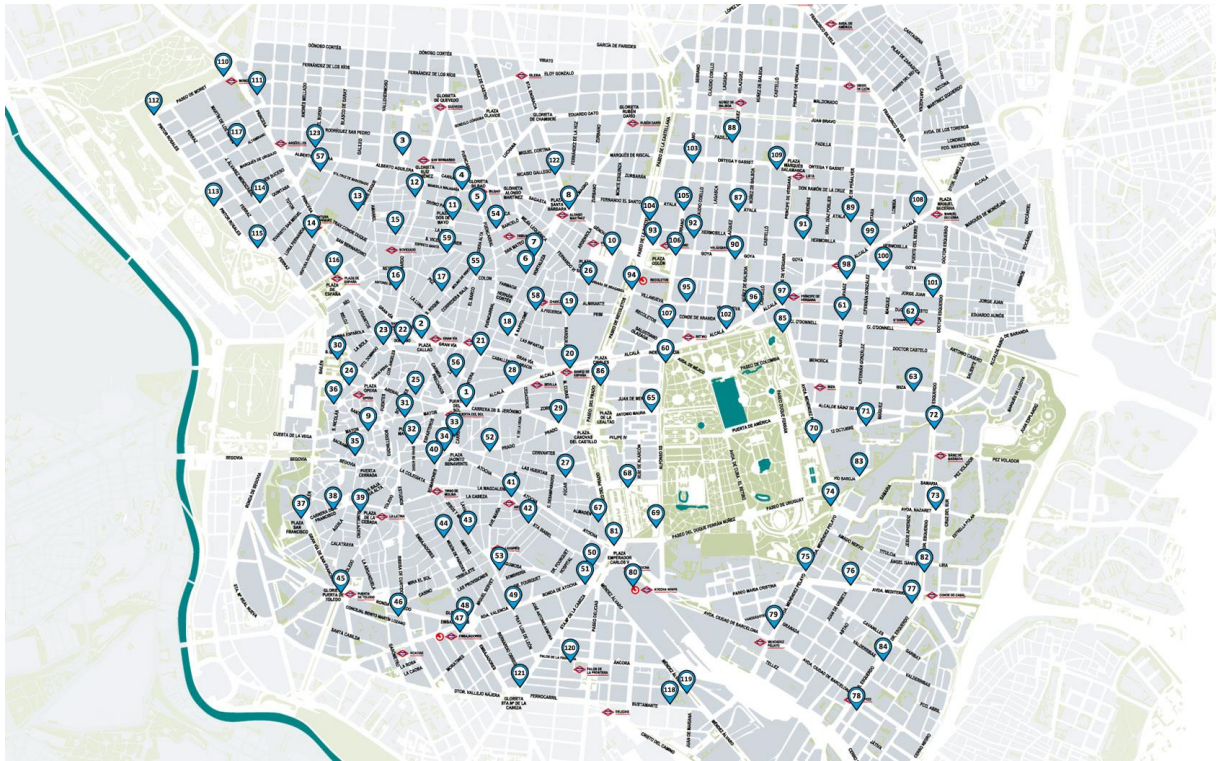
4.4.1. BiciMAD

Systém v Madridu byl spuštěn 23. června 2013, v současnosti je tvořen 2028 elektrokoly, 4116 stojany a 165 stanicemi umístěnými v centru města (Obrázek 10). Je dostupný jak pro obyvatele, tak pro turisty. Stanice se skládá ze samoobslužného terminálu a dobíjecích stojanů. [30]



Obrázek 10: Dobíjecí stanice BiciMAD [31]

Systém je dostupný od pondělí do neděle, 24 h denně, po celý rok. Na jakémkoliv místě ve městě se dá dostat za méně než půl hodiny (Obrázek 11). Pro využívání systému je nutné pořídit si speciální kartu. Existují dvě možnosti registrace, roční a krátkodobá. Za službu se platí na konci jízdy. Kdykoliv lze zkontrolovat účet pomocí mobilní aplikace.



Obrázek 11: Mapa umístění stanic [32]

Roční členství je vhodné pro obyvatele Madridu, případně ty, kteří zde chtějí strávit alespoň měsíc. Kartu lze zakoupit na kterékoliv stanici, případně online. Pro držitele předplatné jízdenky na MHD stojí 15 € pro ostatní 25 €. Systém funguje na principu předplatného, proto je nutné po registraci vložit na účet zakoupené karty peníze. Na jednu členskou kartu lze vypůjčit až tři elektrokola najednou a každé lze vrátit do jiné stanice. Poplatek v prvních dvou hodinách výpůjčky je 0,50 € za každou půl hodinu. V porovnání s veřejnou dopravou je to třetinová cena.

Krátkodobé členství je vhodné pro ty, kdo chtějí strávit v Madridu několik dní. Systém nabízí denní, třídní a pětidenní varianty. V tomto případě se na bankovní kartě zablokuje deposit ve výši 150 € a je uvolněn po vypršení platnosti vybrané varianty. Poplatek činí dvě 2 € za první hodinu a 4 € za každou další.

U samoobslužného terminálu si lze rezervovat stojan ve stanici, kde chce uživatel elektrokolo odložit. To je zvýhodněno bonusem 0,1 €. Elektrokolo si mohou vypůjčit lidé starší 14 let. Součástí poplatku je i pojištění. Na levém řídicím panelu je tlačítko, kterým se aktivuje motor (Obrázek 12), dále je zde zelené tlačítko ovládající míru asistence, až do 25 km/h. Na plnou baterii lze ujet až 70 km.



Obrázek 12: Ovládání asistence motoru [33]

Pouze elektrokolo označené zeleným světlem je možné si vypůjčit. Po načtení karty se ozve zapípání a zámek se automaticky odemkne. Pokud je vybrané elektrokolo nevyhovující, je možné ho do dvou minut bezplatně vrátit a vypůjčit si jiné. Elektrokolo se vrací do volného stojanu s rozsvíceným červeným světlem. [33]

5. Univerzitní e-bikesharing systémy

5.1. CycleUshare

První severoamerický e-bikesharing byl spuštěn na Univerzitě v Tennessee v srpnu roku 2011. Systém zahrnoval dvě stanice s kapacitou 20 kol (v každé stanici 7 elektrokol a 3 běžná jízdní kola). Jedna ze dvou stanic byla napájena výhradně energií ze solárních panelů (Obrázek 13). Ačkoliv poskytoval uživatelům udržitelný, alternativní způsob dopravy po kampusu a jeho okolí, byl pozastaven v prosinci roku 2014, protože se nepodařilo sehnat finanční prostředky na jeho další provoz. [34]



Obrázek 13: Solárně napájená stanice [35]

CycleUshare byl plně automatický systém. Uživatel se prokazoval načtením magnetické studentské/zaměstnanecké karty a ovládal systém pomocí dotykové obrazovky. To umožňovalo sledovat vypůjčené elektrokolo a stav baterie. Šlo vypůjčit pouze jedno elektrokolo na jednu kartu. Uživatel byl naveden ke konkrétní baterii, kterou si mohl vypůjčit. Tato baterie byla nabita minimálně na 80 % a zaručovala dojezd 10 mil. Při vrácení elektrokola bylo nutné opět načíst kartu a vrátit elektrokolo do konkrétního stojanu.

Systém CycleUshare byl unikátní v tom, že se baterie nabíjely zvláště ve speciální dobíjecí skříni (Obrázek 14). V systému bylo více baterií než elektrokol, což umožnilo efektivněji využívat elektrokola, protože nebylo nutné čekat, až se elektrokolo nabije. Stačilo pouze vyměnit baterii.

Kombinace elektrokol a obyčejných jízdních kol rozšiřovala spektrum uživatelů tím, že překonávala některé nedostatky tradičního bikesharingu. V případě UTK byl e-bikesharing obzvláště atraktivní, protože okolí kampusu je kopcovité, vzdálenosti mezi částmi kampusu jsou velké, je zde vysoký počet studentů užívajících automobily a autobusy a relativně málo parkovacích míst. Projekt byl otevřen všem studentům a zaměstnancům UTK a registrace byla zdarma. [34]



Obrázek 14: Dobíjecí skříň [36]

5.2. e-Velolink

E-velolink byl prvním univerzitním e-bikesharingem v Evropě. Svoji činnost zahájil v Curychu v roce 2011, ale již v prosinci 2015 byl systém pozastaven, protože se partner univerzity Velobility AG dostal do insolvence. [37]

V průběhu fungování systému si mohli studenti zdarma vypůjčit elektrokola 24 hodin denně, 7 dní v týdnu. Celkem bylo k dispozici 6 elektrokol a dvě stanice, každá se šesti stojany. Elektrokola bylo možné zapůjčit maximálně na 60 minut, protože byla určena pro pohyb mezi dvěma kampusy, přičemž průměrná doba cesty činila 20 minut. Po registraci si studenti odemkli elektrokolo pomocí načtení školní karty a zadání PINu (Obrázek 15). Při vracení se elektrokolo pouze zasunulo do volného dobíjecího stojanu, kde se rozsvítilo zelené světlo a elektrokolo se automaticky uzamklo. [38]



Obrázek 15: Samoobslužný terminál [39]

5.3. Srovnání parametrů univerzitních e-bikesharing systémů

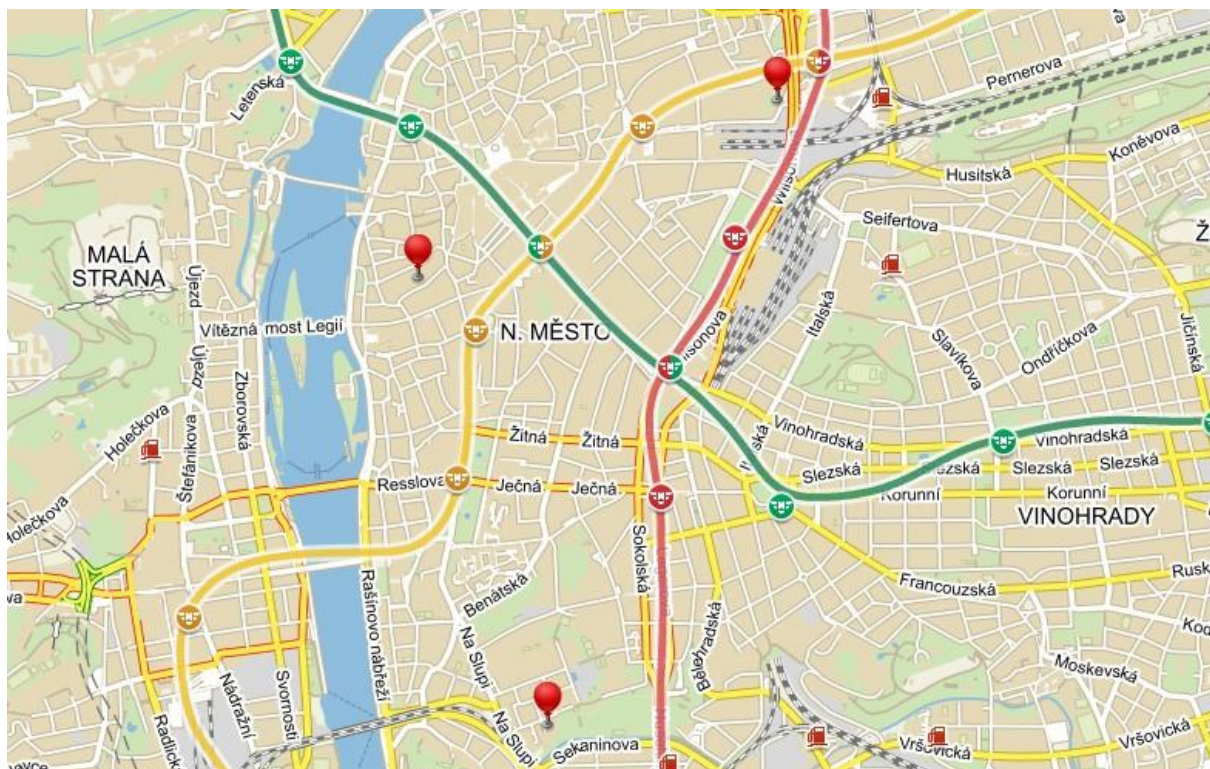
Tabulka 1 zobrazuje srovnání parametrů dvou realizovaných univerzitních systémů e-bikesharingu a návrh parametrů pro systém v Praze.

	UTK	ETH	FD ČVUT
Město	Tennessee	Curych	Praha
System	CycleUshare	e-Velolink	
V provozu	2011 - 2014	2011 - 2015	
Způsob financování	granty	partner Velobility AG	granty
Počet uživatelů	100	120	200
Cena za používání	zdarma	zdarma	zpoplatněno
Počet stanic	2	2	3
Počet stojanů	12	20	24
Počet elektrokol	12	14	16
Baterie	vyjímatelné	integrované	integrované
Způsob výpůjčky	školní karta	školní karta	školní karta/ISIC
Provozní hodiny	24	24	8 - 20
Provozní dny	po - ne	po - ne	po - pá

Tabulka 1: Srovnání parametrů [34, 37]

6. Popis řešeného problému

Fakulta dopravní není umístěná v dejvickém kampusu, ale má budovy na třech místech v centru Prahy (Obrázek 16). Studenti se často musí dostat z jedné budovy do druhé během patnáctiminutové přestávky, což při využití MHD není možné stihnout. Ve své práci se zabývám alternativní možností přepravy, kterou je systém sdílení elektrických kol. Sport, zdravý životní styl a ekologické smýšlení je mezi mladými lidmi populární, proto přepokládám, že by mezi studenty mohl být o takovýto projekt zájem.



Obrázek 16: Rozmístění budov [40]

Z testování, které proběhlo v minulých letech vyplynulo, že průměrný čas dojezdu na elektrokole je kratší než při využití MHD (Tabulka 2). Časy MHD jsou přibližné, včetně zahrnutí pěší chůze ze zastávky ke vchodu do budovy a naopak. V tabulce jsou dále uvedeny vzdálenosti a převýšení na jednotlivých trasách. [12]

Trasa	Průměrný čas dojezdu [min]	Vzdálenost [km]	Převýšení [m]	MHD [min]
Konvikt – Horská	8:25	2,6	15	15:00
Horská – Florenc	16:44	3,64	17	19:00
Florenc – Konvikt	7:14	1,96	11	23:00

Tabulka 2: Parametry tras [12]

Poloha budov je v porovnání s celkovým terénem v Praze pro cyklistiku poměrně příznivá, protože převýšení mezi nimi je minimální. Navzdory rovinatému terénu uvažují o elektrokolech, protože jsou rychlejší a uživatelsky komfortnější. Využití klasických kol by na druhou stranu zásadně snížilo počáteční investici i náklady na provoz. Další možností je kombinace klasických kol a elektrokol.

Otázkou je způsob zpoplatnění a shánění dotací na počáteční investici a provoz systému, protože projekty poskytující služby pro veřejnost jsou často ztrátové. Náklady na počáteční investici by mohly být uhrazeny z grantu či dotace města nebo fondů EU v rámci podpory alternativních způsobů dopravy a udržitelné mobility. Ztrátový provoz by pravděpodobně musela dotovat škola.

7. Průzkum

7.1. Cíl průzkumu

Cílem průzkumu bylo zjistit, zda a za jakých podmínek by potenciální uživatelé měli zájem využívat systém e-bikesharingu pro přesuny mezi budovami Fakulty dopravní – Florenc, Horská a Konvikt.

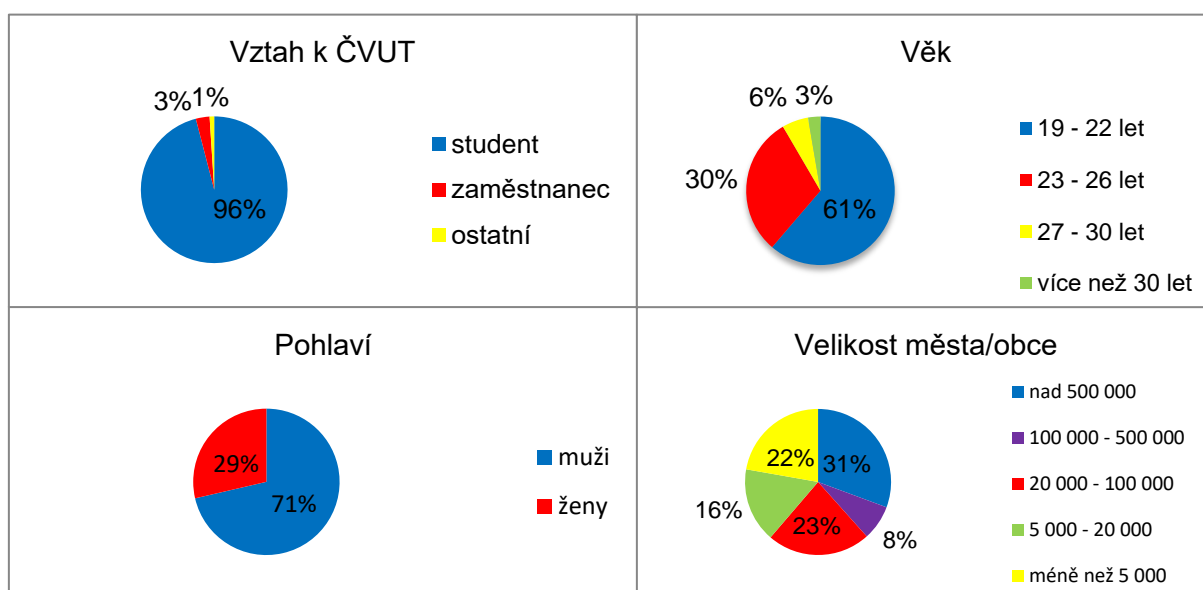
7.2. Metody průzkumu

Pro průzkum jsem vybrala metodu písemného dotazování, což je jedna z kvantitativních metod. Využívá se zejména ve společenských vědách jako je psychologie, sociologie, demografie, marketing, aj. Zvolila jsem variantu strukturovaného dotazníku především kvůli jednoduchosti vyplňování a přehlednosti vyhodnocení. Pro průzkum jsem využila internetový elektronický dotazník Google, který jsem rozeslala mezi studenty a zaměstnance Fakulty dopravní. Dotazník byl přístupný od 28. 2. 2017 do 9. 3. 2017.

7.3. Vyhodnocení dotazníků

7.3.1. Údaje o respondentech

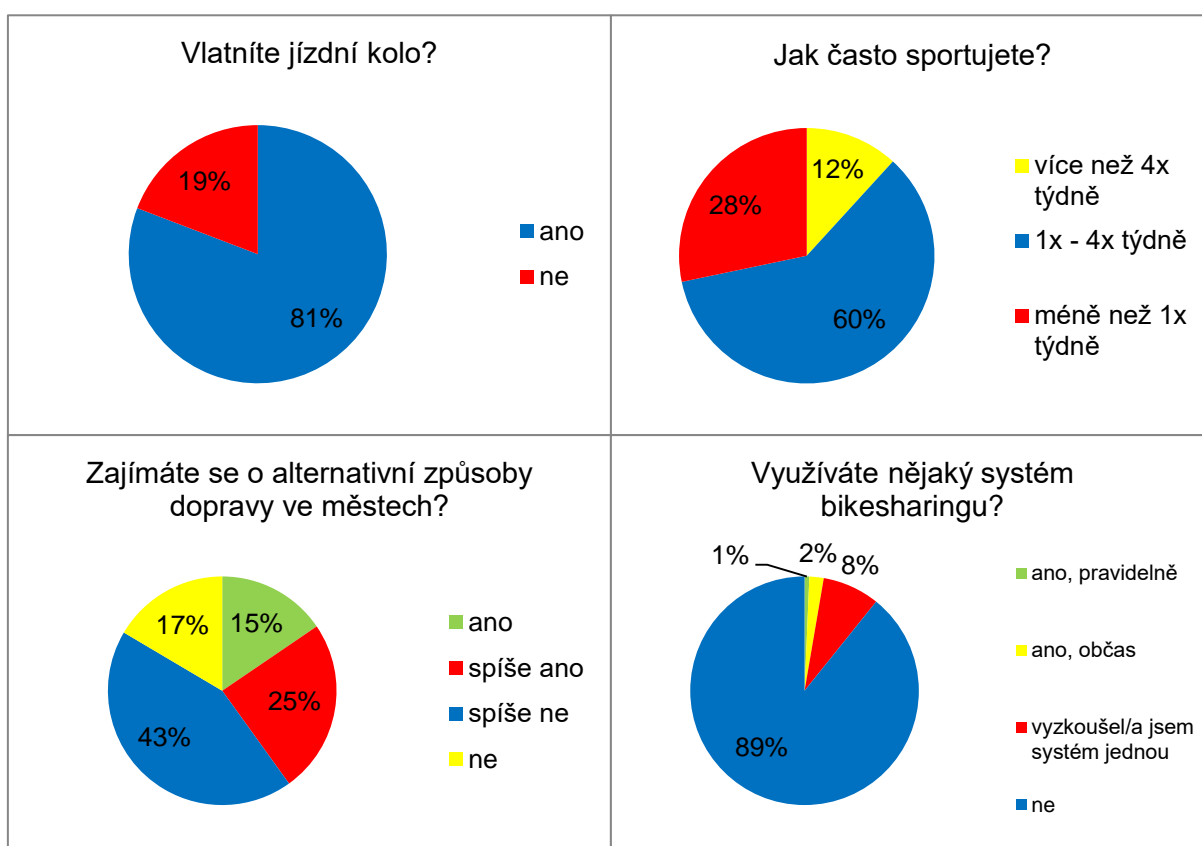
Dotazníkového šetření se zúčastnilo 297 respondentů, základní údaje jsou uvedeny v Grafu 1. Studentů, na které byl dotazník zaměřen především, bylo 285. Z celkového počtu dotazovaných bylo 212 mužů a 85 žen. Největší zastoupení v průzkumu měli respondenti ve věku 19 – 22 let, kterých bylo 182. Tento výsledek není překvapující vzhledem k počtu studentů v jednotlivých ročnících. Skoro třetina respondentů pochází z Prahy.



Graf 1: Údaje o respondentech [Zdroj autor]

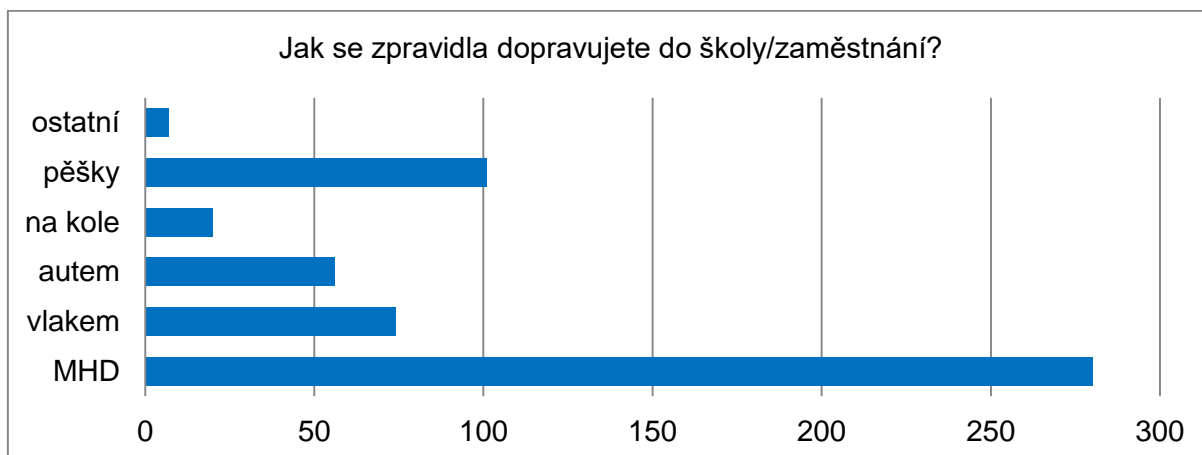
7.3.2. Vyhodnocení otázek

Téměř jedna pětina dotázaných uvedla, že nevlastní jízdní kolo (Graf 2). Respondentů, kteří pravidelně sportují, je 213, zbytek se sportu věnuje méně než 1x týdně nebo nesportuje vůbec. O alternativní způsoby dopravy ve městech se zajímá méně než polovina dotázaných. Z průzkumu jasně vyplynulo, že respondenti nejsou zvyklí využívat systémy bikesharingu pro pohyb po městě. Pouze 2 respondenti je využívají pravidelně. Tento způsob dopravy nikdy nepoužilo 265 respondentů.



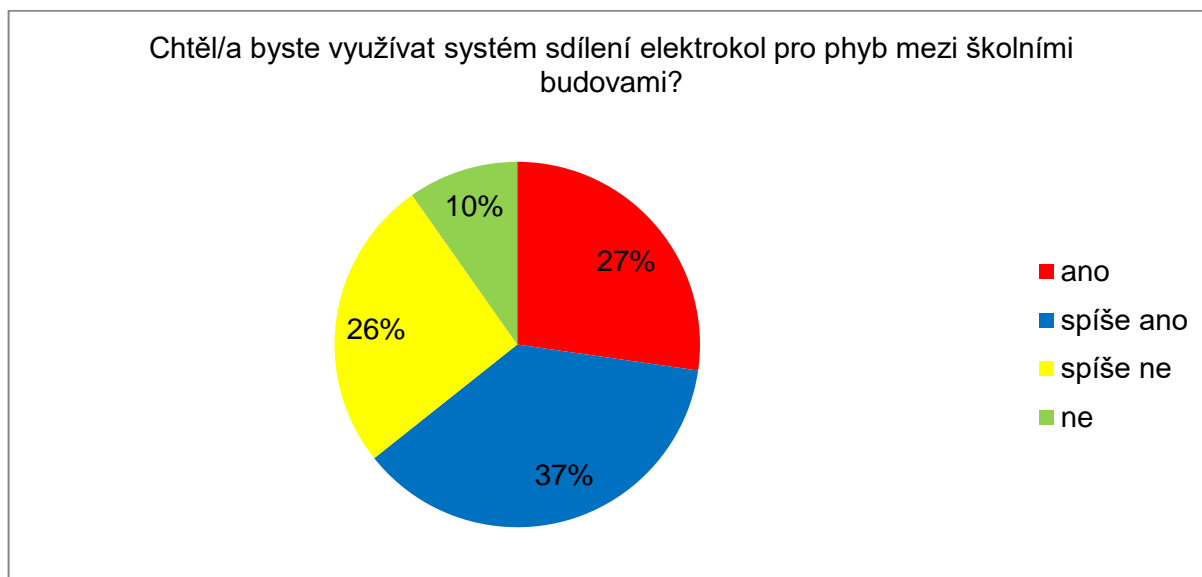
Graf 2: Obecné informace [Zdroj autor]

U otázky „Jak se zpravidla dopravujete do školy/zaměstnání?“ (Graf 3) bylo možné zvolit více variant. Naprostá většina zvolila kombinaci MHD s další možností.



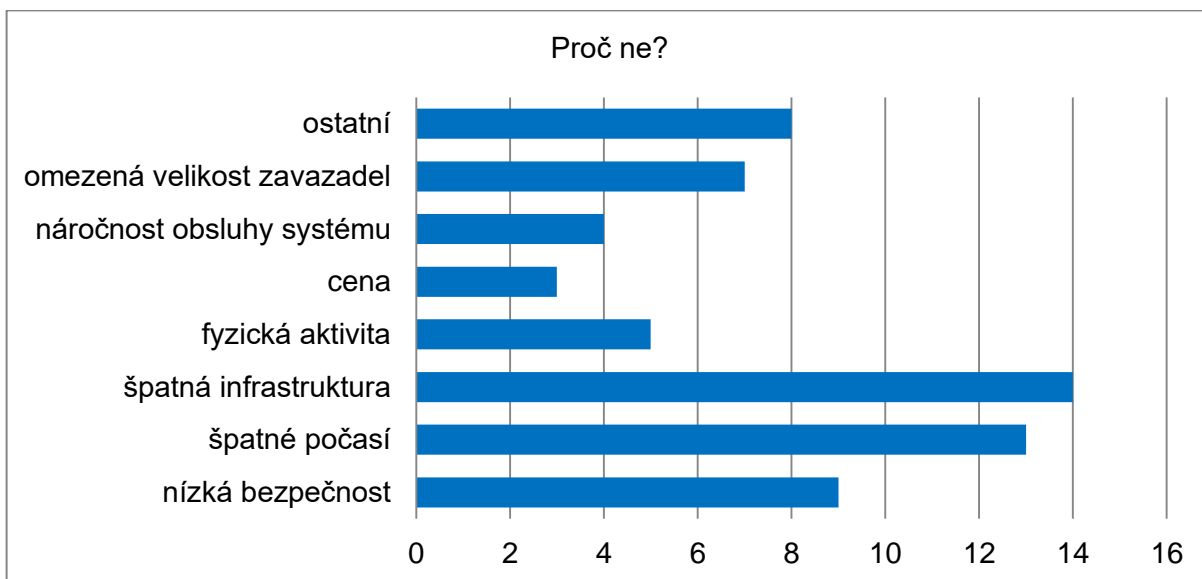
Graf 3: Způsoby dopravy [Zdroj autor]

Zcela zásadní otázkou průzkumu (Graf 4) bylo, zda by respondenti chtěli využívat systém e-bikesharingu pro pohyb mezi školními budovami. Této myšlence je nakloněno 191 respondentů, tedy 64 %. Pouze 10 % dotazovaných odpovědělo, že takovýto systém využívat nechce.



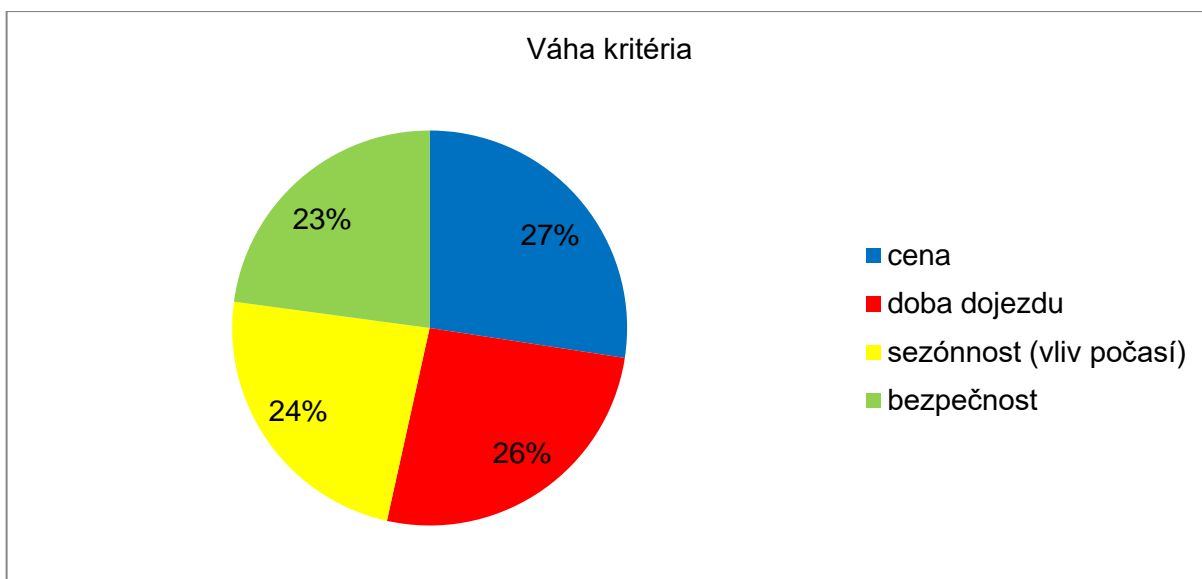
Graf 4: Zájem o využívání systému [Zdroj autor]

Těchto 10 % respondentů mělo vybrat důvody, které je od využívání systému odrazují (Graf 5). Bylo možné volit více odpovědí. Jako nejčastější důvod byla uváděna špatná infrastruktura, špatné počasí a nízká bezpečnost.



Graf 5: Důvody nezájmu o systém [Zdroj autor]

V další otázce měli respondenti za úkol seřadit čtyři kritéria podle toho, za jak důležité je považují (Graf 6). Nejdůležitějším kritériem je pro respondenty cena, dále doba dojezdu, vliv počasí a nakonec bezpečnost. Je však třeba zdůraznit, že všechna čtyři kritéria jsou velmi vyrovnaná.



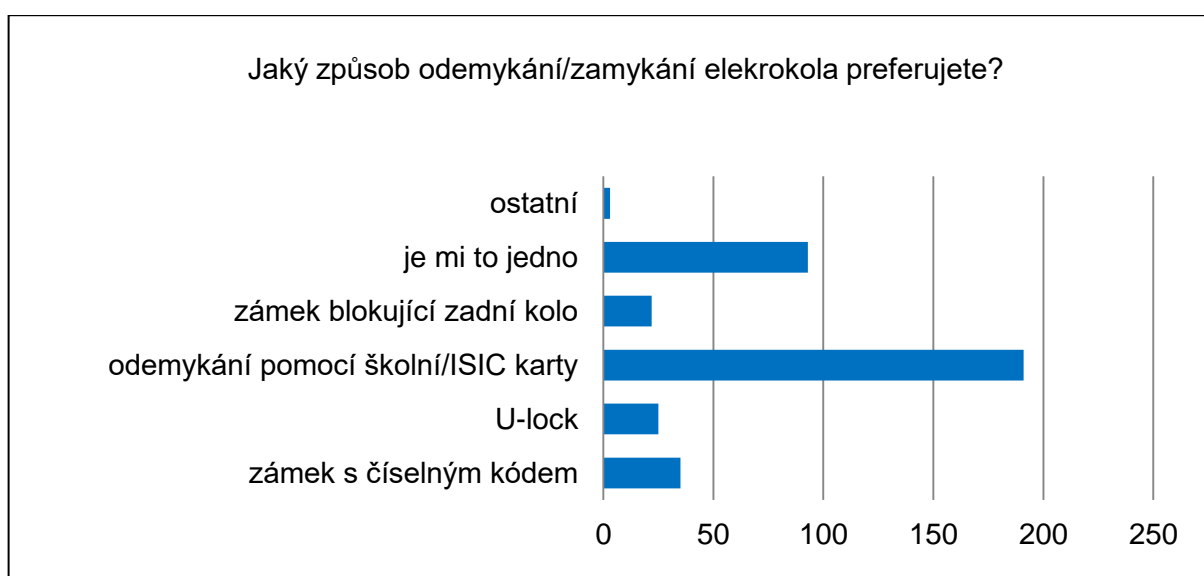
Graf 6: Kritéria [Zdroj autor]

Co se týče ceny za 15 minut pronájmu elektrokola, 90 % dotázaných by za službu zaplatilo. Respondentů ochotných zaplatit 1 – 5 Kč je 36 %, na 6 – 10 Kč si službu cení 37 % dotázaných, 15 % by zaplatilo 11 – 15 Kč a 2 % i více (Graf 7).



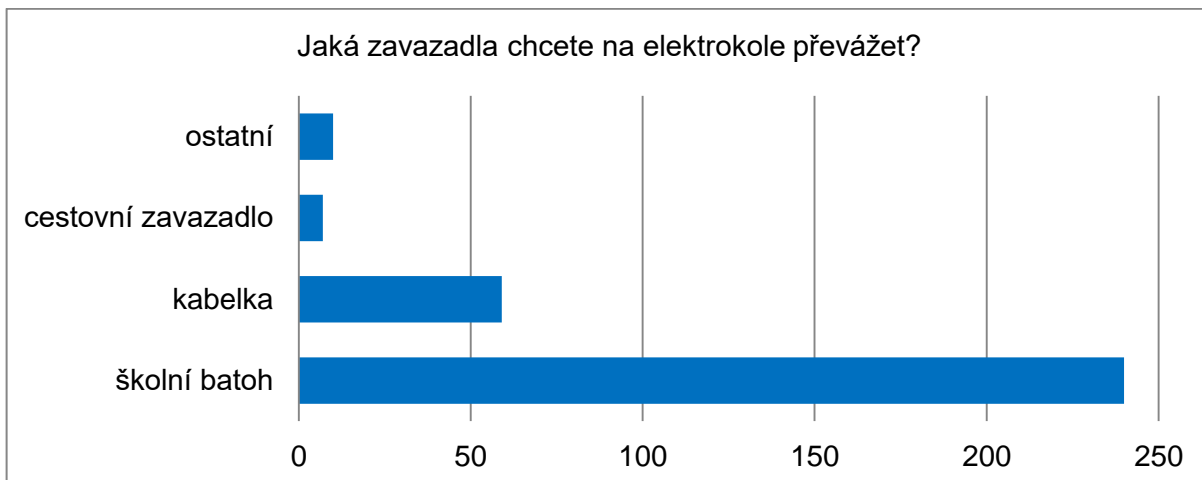
Graf 7: Cena [Zdroj autor]

V otázce, týkající se odemykání a zamykání elektrokola (Graf 8), bylo možné zvolit více odpovědí. Jednoznačně nejpreferovanější možností je odemykání pomocí školní nebo ISIC karty. Celkem 93 respondentů odpovědělo, že jim na způsobu odemykání kola nezáleží.



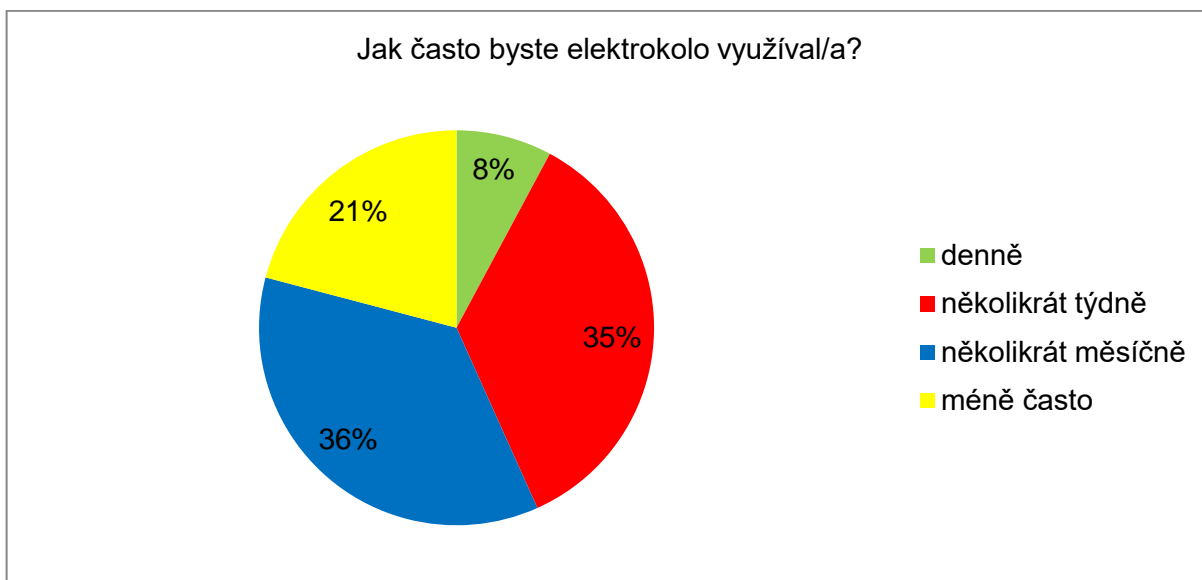
Graf 8: Způsob odemykání/zamykání [Zdroj autor]

Z Grafu 9 je zřejmé, že dotazovaní chtějí nejčastěji převážet školní batoh, případně kabelku. Tomu by měl být uzpůsobený design elektrokola.



Graf 9: Zavazadla [Zdroj autor]

Z Grafu 10 je patrné, že nejvíce respondentů by možnost zapůjčení elektrokola využívalo několikrát měsíčně, jen o jedno procento nižší počet pak několikrát týdně. Pouze 21 studentů by chtělo systém využívat denně.

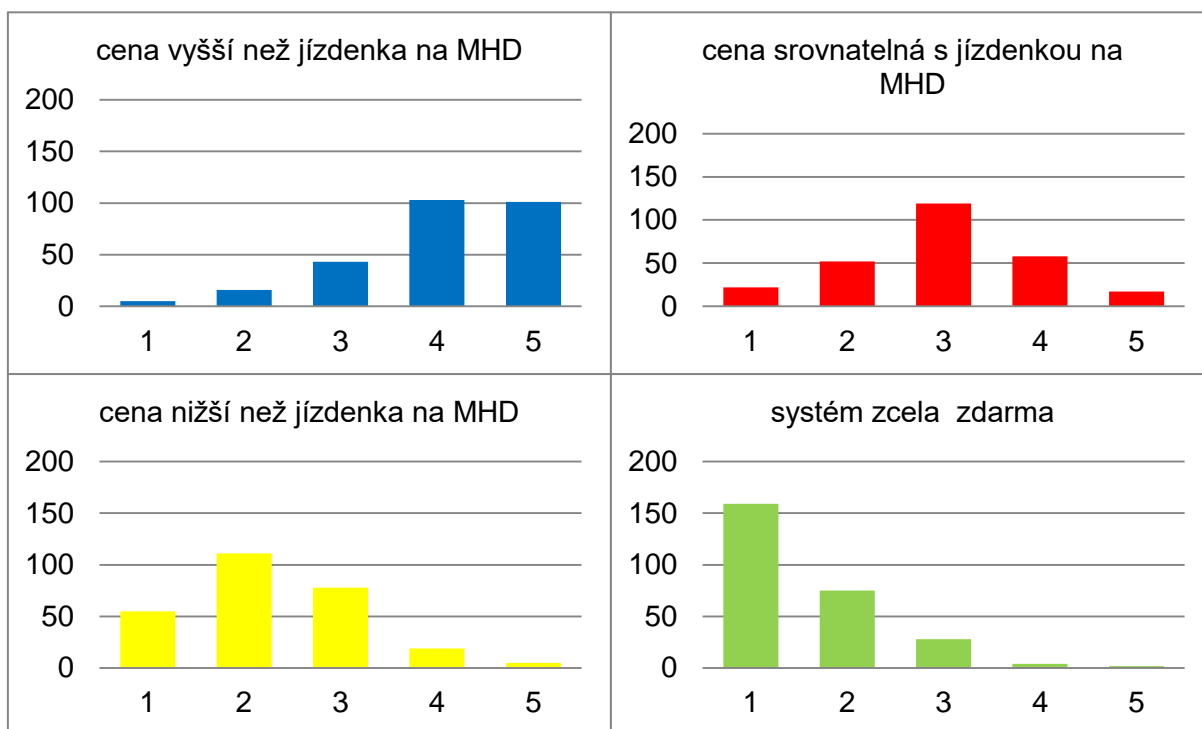


Graf 10: Četnost využívání systému [Zdroj autor]

7.3.3. Škálovací otázky

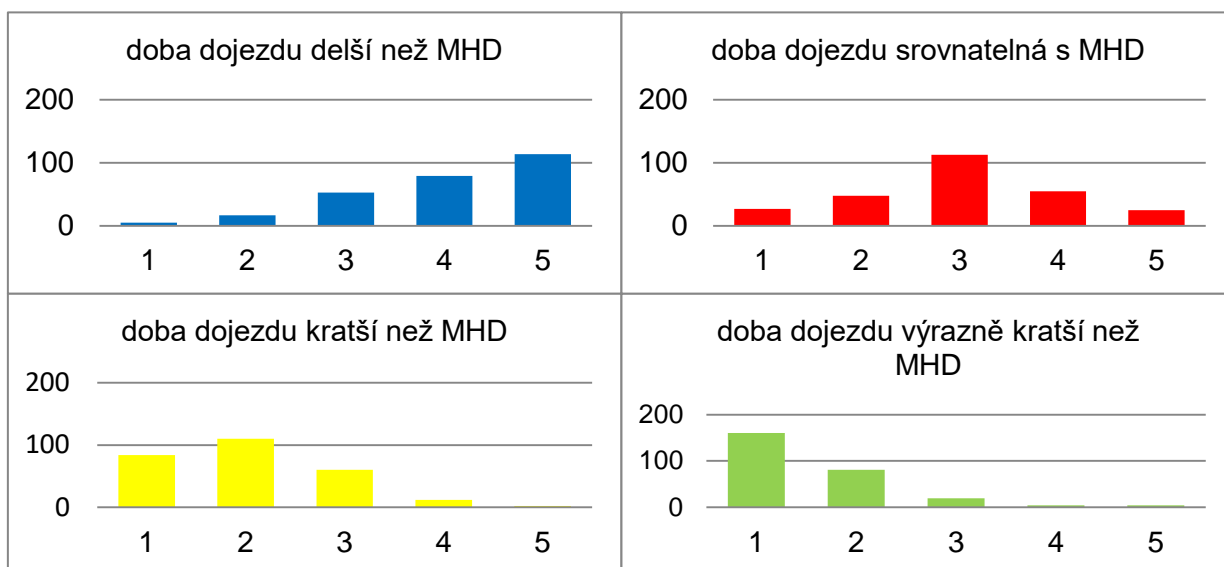
Následuje série škálovacích otázek, kdy se respondenti měli rozhodnout, jak nabízené možnosti v rámci jednotlivých kritérií ovlivní jejich vůli vypůjčit si elektrokolo. Stupnice má hodnoty od 1 do 5, kde 1 znamená „rozhodně si elektrokolo půjčím“ a 5 „rozhodně si elektrokolo nepůjčím“.

Největší vůle využívat službu je za podmínky, kdy bude systém zcela zdarma (Graf 11). Se zvyšující se cenou zájem o systém logicky klesá. Z Grafu 7 však vyplývá, že většina dotazovaných je ochotna platit alespoň nějakou částku.



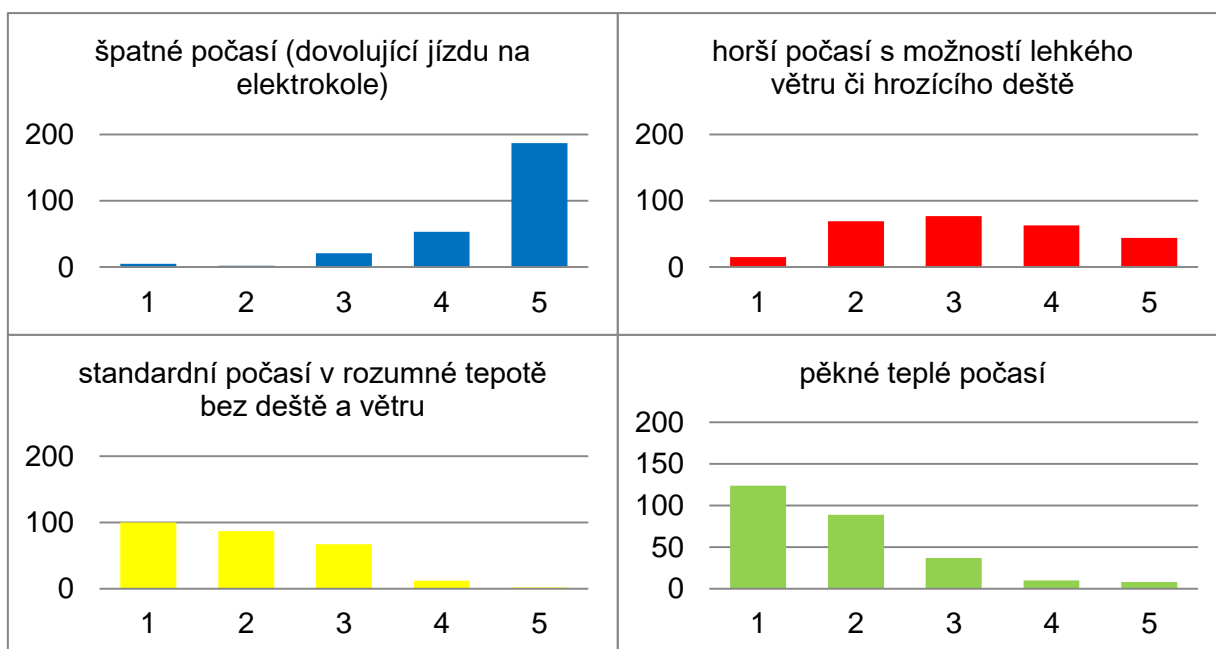
Graf 11: Kritérium cena [Zdroj autor]

Pokud má mít systém smysl, měl by být navržen tak, aby doba dojezdu byla v porovnání s MHD kratší. Následující Graf 12 dokládá, že kratší doba dojezdu pozitivně ovlivňuje vůli respondentů systém využívat.



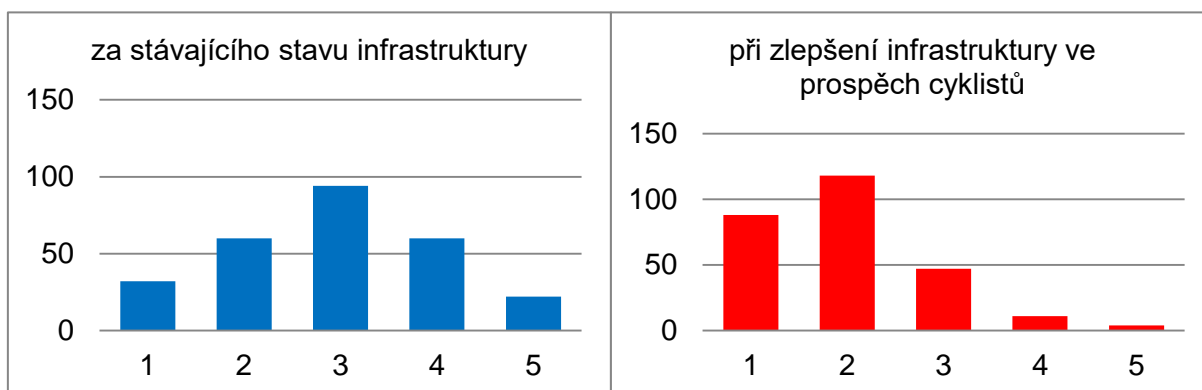
Graf 12: Kritérium doba dojezdu [Zdroj autor]

Za pěkného počasí a počasí bez deště a větru chtějí uživatelé systém využívat. Při horším počasí je stále téměř třetina ochotna systém využít. V případě špatného počasí by systém nevyužíval téměř nikdo (Graf 13). To nás přivádí k úvaze, zda má význam systém provozovat během zimních měsíců



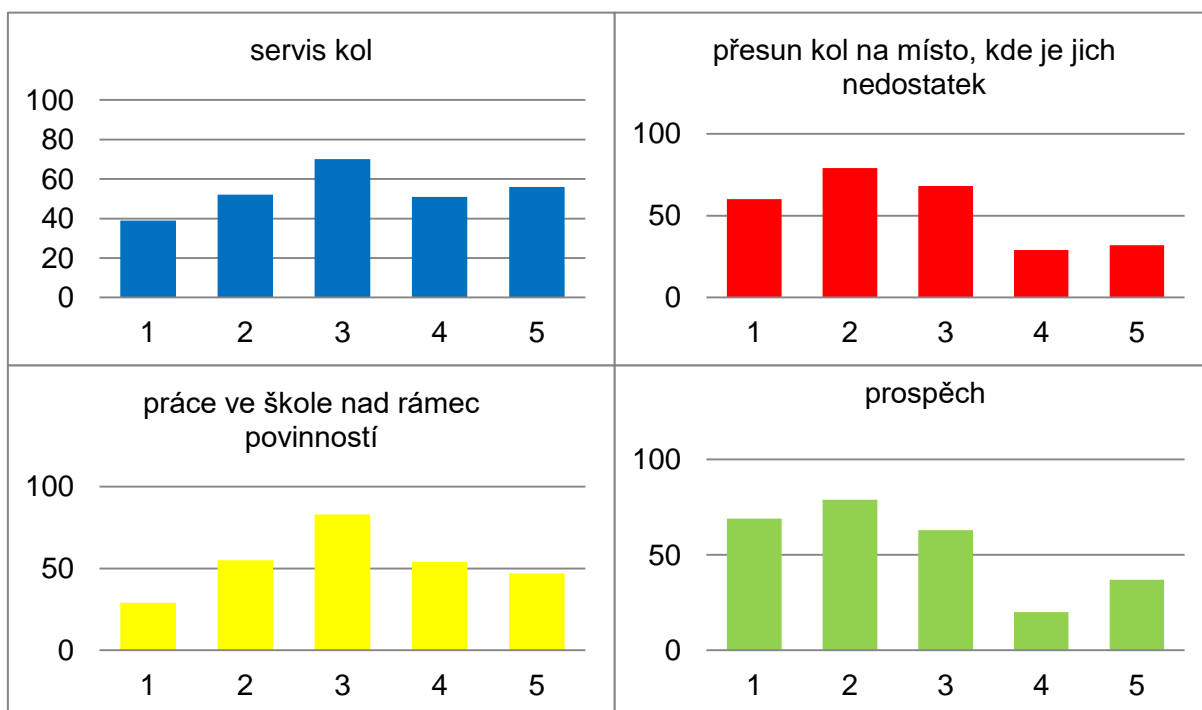
Graf 13: Kritérium sezónnost [Zdroj autor]

Při zlepšení stavu infrastruktury ve prospěch cyklistů by došlo k nárůstu počtu zájemců, kteří by chtěli systém využívat (Graf 14). Nedá se však očekávat, že by se v nejbližších letech výrazně proměnil stav pražských ulic.



Graf 14: Kritérium bezpečnost [Zdroj autor]

Pozitivně dopadla otázka týkající se sbírání bodů a z toho plynoucích finančních výhod při užívání systému (Graf 15). Možnosti servisování elektrokol by pravděpodobně využilo 91 respondentů. Za redistribuci kol by chtělo sbírat body 139 respondentů. Nejméně populární je možnost „práce ve škole nad rámec povinností“, což ale může být dáno tím, že otázka není více specifikovaná. Jednoznačně nejlépe si stojí možnost sbírání bodů za prospěch.



Graf 15: Sbírání bodů [Zdroj autor]

7.3.4. Náměty a připomínky respondentů

Na konci dotazníku měli respondenti prostor pro vyjádření svých nápadů, názorů a připomínek.

Jako největší problém vnímají dotazovaní stávající stav infrastruktury a otázku bezpečnosti. Mnohým připadá projekt za současných podmínek nerealizovatelný.

Podle jejich názoru by měl být systém pro studenty zdarma nebo skoro zdarma, protože mají stejně předplacenou jízdenku na MHD. Placení za každou jízdu je poměrně nepohodlné, navíc se tím prodlužuje čas potřebný pro přejezd. Vhodné by bylo zavedení časového členství, např.: měsíční, semestrální, roční.

Projekt by měl pro školu smysl pouze tehdy, pokud by byl skutečný čas dojezdu, včetně zapůjčení a vrácení elektrokola, rychlejší než cesta MHD. Stanice tedy musí být snadno přístupné, aby půjčení/vrácení kola nezpůsobilo zbytečné zdržování. Vzhledem k tomu, že jsou trasy mezi budovami téměř po rovině, dalo by se uvažovat kromě elektrokol, i o půjčování běžných jízdních kol.

Zde cituji jednoho z respondentů (další názory a připomínky jsou v Příloze 1):

„Myslím si, že využívat kola jenom pro pohyb mezi fakultami je škoda. Zásadní je, aby si fakulta konečně vyjednala výstavbu jedné nové, dobře vybavené a funkční budovy. Ideálně v rámci kampusu ČVUT v Dejvicích. Myslím si, že je to do budoucna (i pro fakultu) zásadní. K tématu - Praha bohužel není úplně ideální pro přesun na kole. Přesun mezi budovami Horská - Konvikt a Konvikt - Florenc by nebyl takový problém. Horší to bude mezi Horskou a Florencí. Určitě je hodně důležitá bezpečná infrastruktura. Dále hraje vliv počasí - nemyslím si, že by hodně lidí využívalo elektrokol v zimě - tzn. použití mezi: březen (duben) - květen + říjen - listopad? Stojí to za to? Další věcí je cena - ačkoli mám sport hodně rád, tak si nezávisle na škole pravděpodobně ještě dlouho budu platit kupony na MHD. To znamená, že by mě poplatek (navíc) za využívání kol jako studenta nejspíš odradil. Jasný, je to těžký, ale tohle je potřeba určitě zvážit. Takže pro mě by využití elektrokol připadalo v úvahu spíš jako "firemní" benefit pro nové studenty (a zároveň by je to mohlo nalákat). "Hele, na dopravce jezdí mezi budovami na elektrokolech, to je cool!" Jako poslední - jezdil bych do školy i na vlastním horském kole - jenže snad mimo budovu Horská vedení zakazuje kola do školy brát a tam je zamknout, což je absurdní. Aspoň takhle mi to bylo řečeno vrátným na Florenci. Na Konviktu není prostor pro kola skoro žádný.“

8. Model

V následující části práce popisují návrh e-bikesharing systému pro FD ČVUT vytvořený na základě uživatelského průzkumu a jeho jednoduchý finanční model.

8.1. Popis modelu systému

System bude v provozu 10 měsíců v roce, od září do června, 5 dní v týdnu (pondělí – pátek), od 8 do 20 h, bude tedy fungovat průměrně 22 dnů v měsíci.

Design a vybavení elektrokola by mělo být uživatelsky příjemné, to znamená městské elektrokolo s nízkým rámem, lehce nastavitelné pohodlné sedlo, blatníky a osvětlení. Nezbytný je také úložný prostor, nejlépe košík na řídítkách.

Odemykání elektrokol bude řešeno pomocí školní/ISIC karty. Přihlašování do systému se bude realizovat přes internetovou nebo mobilní aplikaci.

Celkový počet studentů na Fakultě dopravní v Praze je asi 780. Průzkumu se zúčastnilo 297 respondentů a téměř 200 z nich by chtělo systém využívat. Na základě otázky „Jak často byste elektrokolo využíval/a?“ jsem sestavila odhad počtu výpůjček za jeden den (Tabulka 3).

Při možnosti „denně“ počítám se čtyřmi výpůjčkami za týden, při možnosti „několikrát týdně“ se dvěma, „několikrát měsíčně“ se čtyřmi za měsíc a „méně často“ s jednou výpůjčkou za měsíc.

Odhad počtu jízd		
možnosti v dotazníku	počet osob	počet cest/měsíc/uživatel
denně	21	16
několikrát týdně	95	8
několikrát měsíčně	96	4
méně často	56	1
počet cest/měsíc		1536
počet cest/den		70

Tabulka 3: Odhad počtu jízd [Zdroj autor]

Denně by se uskutečnilo 70 jízd. Navrhuji systém s 16 elektrokoly a 24 dobíjecími stojany. V případě, že budou všechny stojany obsazeny, mohl by uživatel uzamknout elektrokolo poblíž pomocí klasického zámku a ukončit výpůjčku přes mobilní aplikaci.

Velmi důležitým parametrem je jednoduchost obsluhy systémů. Stanice by měly být snadno přístupné, vypůjčování a vracení kol nesmí být časově náročné. Především kvůli snazší a rychlejší obsluze bych se přikláněla k elektrokolům s integrovanými bateriemi, kdy se baterie nabíjí společně s elektrokolem.

O možnosti použít baterie, které se nabíjí mimo elektrokolo, neuvažuji. Jejich výhodou sice je, že jsou k dispozici všechna kola, ale obsluha je složitější a trvá déle. Vzhledem k povaze systému a vzdálenosti mezi budovami nepřináší oddělené baterie očekávané výhody. Odhadem se uskuteční 70 jízd denně s 16 elektrokoly, což je asi 4,4 přejezdu na jedno elektrokolo. Celková ujetá vzdálenost jednoho elektrokola za den tak bude méně než 20 km, to znamená, že ho teoreticky není nutné během dne dobíjet a neměl by nastat problém s nedostatečně nabitou baterií.

8.2. Návrh finančního modelu projektu

8.2.1. Náklady

Náklady jsou rozděleny do dvou skupin – počáteční investice a náklady na provoz systému. Do počáteční investice patří náklady na pořízení elektrokol a vybudování infrastruktury (Tabulka 4). V budově v Horské a na Konviktu jsou dobíjecí stanice pro elektromobily, které by se daly využít i pro nabíjení elektrokol. Jediná stanice, kde se musí vytvořit zcela nová infrastruktura je v budově na Florenci. V budovách Konvikt a Florenc je také nutné vybudovat zastřešení stojanů.

NÁKLADY			
počáteční investice	cena [Kč]	počet	cena celkem [Kč]
městské elektrokolo	25 000	16	400 000
dobíjecí stojan	5 000	24	120 000
samoobslužný terminál	25 000	3	75 000
zastřešení	10 000	2	20 000
celkové pořizovací náklady			615 000

Tabulka 4: Počáteční investice [Zdroj autor]

Celkové pořizovací náklady budou 615 000 Kč. Je však nutné počítat s dalšími investičními náklady v průběhu času na obnovu baterií, které jsou nejnáchylnější součástí elektrokola a po uplynutí doby jejich životnosti je bude nutné vyměnit.

Náklady na počáteční investici by mohly být uhrazeny z grantu společnosti Operátor ICT v rámci strategických projektů konceptu Smart Cities zřízeného Magistrátem hlavního města Prahy.

Do nákladů na provoz systému patří administrativa, údržba a pojištění (Tabulka 5). Do údržby zahrnuji i náklady na dobíjení baterií, které činí 1,34 Kč za plné nabití baterie [12]. Náklady na údržbu a administrativu jsou orientační. Z průzkumu vyplynulo, že by studenti byli ochotni podílet se na provozu systému za určitá zvýhodnění při jeho využívání. Zapojit studenty do projektu a umožnit jim využívat systém zdarma považuji za velmi vhodné řešení provozu systému.

Odhad pojištění jsem konzultovala se zástupci Generali Pojišťovny. Roční náklady na pojištění celého systému jsou 19 400 Kč, po slevě 12 500 Kč. Podrobnější rozpis jednotlivých položek je v Příloze 2.

Po rozpočítání provozních nákladů jsem dospěla k částce 53 Kč na elektrokolo za den.

Náklady na provoz			
	cena/rok [Kč]	počet	cena celkem [Kč]
administrativa	5 000	16	80 000
údržba včetně dobíjení	5 500	16	88 000
pojištění systému	19 400	1	19 400
náklady systém/rok			187 400
náklady systém/měsíc			18 740
náklady systém/den			852
náklady elektrokolo/rok			11 713
náklady elektrokolo/měsíc			1 171
náklady elektrokolo/den			53

Tabulka 5: Náklady na provoz [Zdroj autor]

8.2.2. Příjmy

Příjmy systému plynou z poplatků uživatelů za používání systému. Dalším finančním zdrojem může být pronájem plochy elektrokol pro reklamu.

Primárně je systém zaměřen pouze na přejezdy mezi budovami a cenu za využití vztahují k jednomu přejezdu, což je přibližně 7 – 20 minut. Průměrné doby dojezdů jsou v Tabulce 2. Na základě průzkumu počítám, že jsou respondenti ochotni zaplatit za jeden přejezd (max. 20 minut) 10 Kč (Tabulka 6).

Odhad ceny pronájmu kola na jednu cestu		
možnosti v dotazníku	počet osob	zaplatí [Kč]
1 – 5 Kč	96	5
6 – 10 Kč	99	10
11 – 15 Kč	39	15
víc	6	20
průměr		9

Tabulka 6: Odhad ceny pronájmu [Zdroj autor]

Cenu vycházející z průzkumu bych nastavila jako zaváděcí. Později by mohla být lehce navýšena. Při ceně 10 Kč za jeden přejezd bude projekt ztrátový. Škola by musela ročně doplácet $(53 - 44) * 16 * 22 * 10 = 31\,680$ Kč. Tato částka by mohla být hrazena z Fondu ČVUT na podporu celoškolských aktivit. Ale už při ceně 13 Kč za jeden přejezd je provoz systému rentabilní (Tabulka 7) i bez jakýchkoliv dodatečných příjmů, například za reklamu.

Později by bylo vhodné zavést časové členství, aby uživatelé nebyli nuceni platit po každé jízdě.

Vypočítané ceny jsou bez daňového zatížení. Fakulta dopravní je sice plátcem DPH, ale případný provoz by byl pravděpodobně hrazen z Fondu ČVUT na podporu celoškolských aktivit, který je od DPH osvobozen.

PŘÍJMY			
půjčování kola			
počet cest elektrocolo/den	4,4		
příjem za cestu [Kč]	10	13	15
příjem kolo/den [Kč]	44	57	65

Tabulka 7: Příjmy z provozu [Zdroj autor]

9. Závěr

Na základě provedeného výzkumu se domnívám, že zavedení e-bikesharing systému na Fakultě dopravní ČVUT má potenciál, bude se ale muset vypořádat s řadou překážek.

Ideální by bylo, aby byl systém pro studenty zdarma v rámci školních „benefitů“. Z příkladů ze světových univerzitních systémů však vidíme, že provozovat systémy zcela bez poplatků je velmi problematické. Na druhou stranu už při ceně 13 Kč za jeden přejezd bude projekt rentabilní. Oproti částce vycházející z průzkumu nejde o nijak dramatické navýšení, přesto je stále otázkou, zda by studenti byli ochotni platit pravidelně tuto částku vzhledem k tomu, že mají předplacené jízdné na MHD. Případný ztrátový provoz by však mohl být pokryt z Fondu ČVUT na podporu celoškolských aktivit.

Dále by bylo vhodné zvážit implementaci klasických jízdních kol a stojanů do systému, protože terén mezi budovami je téměř po rovině. Z reakcí na dotazníkové šetření vyplynulo, že někteří studenti by rádi jezdili do školy i na vlastních kolech, ale v budovách není možné je bezpečně odložit.

Značná část respondentů by byla ochotna se za určitá zvýhodnění zapojit do provozu systému a to by bylo vhodné využít. Za redistribuci elektrokol by bylo možné sbírat body a využívat slev na používání systému. Při zajišťování servisu kol by mohli mít studenti systém zdarma.

V případě úspěšného zavedení projektu na Fakultě dopravní by se dalo do budoucna uvažovat o jeho rozšíření i na ostatní budovy ČVUT a koleje. V tomto případě by se naplno využil potenciál elektrokol v kopcovitém terénu Prahy.

Budoucnost dopravy ve městech vidím v elektromobilitě a sdílené dopravě. Současná situace ve velkých městech je neudržitelná, je v nich nedostatek parkovacích míst a automobily zabírají velkou část veřejného prostoru. Jednou z možností řešení problému je omezení a zpoplatnění vjezdu automobilů do centra Prahy a vybudování systémů bike a carsharingu. Je však nezbytné vytvořit infrastrukturu pro takovéto projekty a navázat tyto služby na systém veřejné dopravy. Lidé v Praze nejsou zvyklí používat bikesharing, ale s omezením dopravy v centru města by se výrazně zvýšila bezpečnost takovýchto systémů, což by mohlo přilákat nové uživatele.

Reference

- [1] *Prahou na kole: Lesk a bída bike-sharingu* [online]. [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <http://prahounakole.cz/2016/02/lesk-bida-bike-sharingu/>
- [2] *The Bike-Share Planning Guide: History of Bike-Share* [online]. [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/07/ITDP_Bike_Share_Planning_Guide.pdf
- [3] *City bikes: O elektrokolech* [online]. [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <http://www.citybikes.cz/o-elektrokolech>
- [4] *Electric Bicycle Guide: Reveal the electric bicycle history* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.electric-bicycle-guide.com/electric-bicycle-history.html>
- [5] *Ekolo: Historie elektrol* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <https://ekolo.cz/historie>
- [6] *Ebike portal: HISTORY OF EBIKES* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.ebikeportal.com/history>
- [7] *Kola cirkl: Elektrokola legislativa* [online]. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <http://www.kola-cirkl.cz/elektrokola-legislativa/t-342/>
- [8] *Elektro sport: HUB motor* [online]. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <http://elektrosport.cz/vse-o-elektrokolech/hub-motor>
- [9] *Electric Bike Sharing: System Requirements and Operational Concepts* [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: http://cycleushare.utk.edu/cycleushare/Presentations_and_Press_files/final.pdf
- [10] *Ekolo: Vše o bateriích pro elektrokola* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <https://ekolo.cz/baterie-elektrokola>
- [11] *Specialista na elektrokola: Typy baterií a technologie* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://elektrosport.cz/vse-o-elektrokolech/baterie/typy-baterii-a-technologie>
- [12] M. Lapáčková, „*Diplomová práce: Bike sharing elektrol na Fakultě dopravní,*” Fakulta dopravní, Praha, 2014.
- [13] *Energie123: Cena 1 kWh* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>

- [14] *Ebike: Baterie a nabíjení* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://www.ebike.cz/o-elektrokolech/baterie-a-nabijeni/>
- [15] *Bez Námahy: Akumulátory pro elektrokola* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://www.beznamahy.cz/akumulatory-pro-elektrokola-baterie-sady-na-prestavbu-elektrokol>
- [16] *Totem: Jak je to s baterií?* [online]. [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://www.e-totem.cz/o-elektrokolech/jak-je-to-s-baterii>
- [17] *BIKE SHARING FOR THE SMART COMMUNITY* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.blogarredamento.com/2012/12/07/bike-sharing-for-the-smart-community-by-silvia-imbessi-progetto-di-una-stazione-per-biciclette-a-pedalata-assistita/>
- [18] *Homeport* [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <https://www.homeport.cz/index.html>
- [19] *Prahou na kole: Homeport: karlínský bikesharing* [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://prahounakole.cz/2016/04/homeport-karlinsky-bikesharing/>
- [20] *Homeport Praha: Ceník* [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <https://www.prahakola.cz/cenik.html>
- [21] *Homeport: Bikes* [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <https://www.homeport.cz/bikes-cz.html>
- [22] *Oxonbike: Pedal and Electric Bike Hire* [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <https://www.oxonbikes.co.uk/price-list.html>
- [23] *Electric Bike Report: First U.S. Electric Bike Sharing Launches in Birmingham Alabama* [online]. [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: <https://electricbikereport.com/first-u-s-electric-bike-sharing-launches-in-birmingham-alabama/>
- [24] *Zyp: Pricing* [online]. [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: <https://zypbikeshare.com/?goto=how-it-works#pricing>
- [25] *Zyp: App* [online]. [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: <https://zypbikeshare.com/about/app/>
- [26] *GoBike: Solution the Bike* [online]. [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://gobike.com/solution/the-bike/>
- [27] *GoBike: Copenhagen, Denmark* [online]. [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://gobike.com/cities/denmark/copenhagen-1/>

- [28] *Bycyklen: Pricing* [online]. [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <https://bycyklen.dk/en/pricing/>
- [29] *Bonopark: About us* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.bonopark.es/en/about-us>
- [30] *BiciMAD: Qué es BiciMAD* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <https://www.bicimad.com/index.php?s=que>
- [31] *The Spotahome Blog: BICIMAD: One expat's road to public bike rental in Madrid* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <https://www.spotahome.com/blog/2014/08/29/bicimad-one-expats-road-to-public-bike-rental-in-madrid.html>
- [32] *Bicis locas en Madrid* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://madridmap360.com/madrid-bike-map#.WRgZ5VOfcQo>
- [33] *Madrid4Madrid: Bicimad: Rock & Ride with Madrid's Public Bike Rental System* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.mad4madrid.com/bicimad-rock-ride-madrids-public-bike-rental-system/>
- [34] *CycleUshare* [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.cycleushare.com/>
- [35] *E-bike Share at UTK: cycleUshare* [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: http://cycleushare.utk.edu/cycleushare/E-Bike_Sharing_at_UTK.html
- [36] *Cycleushare: Seeking Volunteers!* [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://cycleushare.blogspot.cz/2011/08/seeking-volunteers.html>
- [37] *E-Velolink: Dissolution of the Association ETH e-Velolink* [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://e-velolink.ch/blog/>
- [38] *E-Velolink: Frequently Asked Questions* [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://e-velolink.ch/faq/>
- [39] *ETH: e-VeloLink Höggerberg* [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <https://news.phys.ethz.ch/2014/10/10/e-velolink-honggerberg/>
- [40] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?moje&x=14.4240922&y=50.0669356&z=17>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Systém Vélíb' v Paříži	10
Obrázek 2: Elektrokolo s dvojitým elektrickým pohonem.....	12
Obrázek 3: M. Fügner na cestě do Voskovic.....	13
Obrázek 4: Umístění baterie	16
Obrázek 5: Stanice pro e-bikesharing	18
Obrázek 6: Elektrokolo firmy Homeport	22
Obrázek 7: Mobilní aplikace.....	23
Obrázek 8: Integrovaný tablet	24
Obrázek 9: Dobíjecí stanice Bycyklen	25
Obrázek 10: Dobíjecí stanice BiciMAD	26
Obrázek 11: Mapa umístění stanic.....	27
Obrázek 12: Ovládání asistence motoru	28
Obrázek 13: Solárně napájená stanice	29
Obrázek 14: Dobíjecí skříň.....	30
Obrázek 15: Samoobslužný terminál	31
Obrázek 16: Rozmístění budov.....	33

Seznam grafů

Graf 1: Údaje o respondentech	35
Graf 2: Obecné informace.....	36
Graf 3: Způsoby dopravy	37
Graf 4: Zájem o využívání systému.....	37
Graf 5: Důvody nezájmu o systém	38
Graf 6: Kritéria	38
Graf 7: Cena	39
Graf 8: Způsob odemykání/zamykání	39
Graf 9: Zavazadla	40
Graf 10: Četnost využívání systému	40
Graf 11: Kritérium cena.....	41
Graf 12: Kritérium doba dojezdu	42
Graf 13: Kritérium sezónnost	42
Graf 14: Kritérium bezpečnost	43
Graf 15: Sbíráání bodů	43

Seznam tabulek

Tabulka 1: Srovnání parametrů.....	32
Tabulka 2: Parametry tras.....	33
Tabulka 3: Odhad počtu jízd	45
Tabulka 4: Počáteční investice	46
Tabulka 5: Náklady na provoz	47
Tabulka 6: Odhad ceny pronájmu	48
Tabulka 7: Příjmy z provozu.....	48

Seznam příloh

Příloha 1: Náměty a připomínky respondentů	57
Příloha 2: Pojištění e-bikesharing systému	59

Příloha 1: Náměty a připomínky respondentů

„Za současných podmínek a infrastruktury cyklostezek (zejména v centru), je projekt dle mého názoru nerealizovatelný... neumím si představit trasu, např. Florenc - Konviktská, vhodnou pro jízdu na kole.“

„V současných podmínkách si nedovedu představit jízdu na kole centrem Prahy - Karlovo náměstí, Vodičkova apod.“

„Dobrý nápad, ale preferuji běžná jízdní kola a za stavu současné infrastruktury si neumím představit jízdu na kole po Praze.“

„Ten nápad se mi líbí, myslím, že by se to v budoucnu dalo nabídnout i korporátním společnostem, které mají více vzdálených budov a tudíž podobný problém jako studenti/zaměstnanci FD ČVUT (viz. Česká spořitelna).“

„Systém půjčování kol by měl být hlavně součástí předplatné jízdenky MHD (pokud se bavíme o městském měřítku) - byť by byla předplatná jízdenka o něco dražší. Neustálé placení za půjčení kola či vůbec nutnost platit výhradně "sólo jízdenky" navíc, když můžu použít MHD (kterou mám logicky předplacenou), je zcela demotivující a systém se tak stává pouze dalším bordelem v městském prostoru. Tohle má být zkratka služba veřejnosti, která má zlepšit podmínky života ve městě, ne aby nutně musela vydělávat (což u komplexních funkčních systémů prostě nejde).“

„Vytvorenie aplikácie, pomocou ktorej by bolo možné zarezervovať si elektrobike, naplánovať trasu (z ktorej budovy do ktorej) vďaka čomu by systém hneď vedel kde sa nachádza koľko e-bikeov, zaplatenie za použitie e-bikeu. Určite by nebol na škodu v takejto aplikácii support, v ktorom by jednotliví používatelia mohli nahlasovať prípadné poruchy a závady na e-bikeoch. Boloby možné sledovanie napríklad už spomenutých bonusových bodov a podobne.“

„Myslím si, že by bylo lepší půjčovat kolo po 30ti minutách. Třeba za 20-30kč. 15 minut se mi zdá málo na přejezd po Praze.“

„Bylo by potřeba vybudovat cyklotrasy s asfaltovým povrchem a mimo tramvajové tratě, v současnosti by byl v centru problém jezdit po silnicích s kostkami. Aby to mělo smysl, musela by doba jízdy mezi všemi budovami trvat méně než 15 minut - tedy aby na cestu i s odbavením stačila přestávka. Systém by měl být pro studenty zdarma nebo skoro zdarma. Když musím platit předplatné na MHD (které bych stejně musel mít pro cesty na kolej), která v mnoha případech neplní svou funkci (= pěšky je to rychlejší, třeba Florenc - Konviktská,

Strahov - Švandovo divadlo, do areálu ČVUT v Dejvicích nejezdí vůbec), tak bych nechtěl platit navíc ještě za jiný druh dopravy.“

„Možnost použití kola i mimo přesun (např. pro svačinu) s možností vrátit se na stejné místo max. 45min“

„Srovnávat cenu za půjčení kola s cenou jízdenky MHD je fajn pro průzkumy, ale reálně má student lítačku, které se kvůli e-kolům nevzdá, takže pro něj srovnání s cenou jízdenky MHD postrádá smysl. Je tedy třeba ptát se, kolik je ochoten zaplatit navíc a energii spíš investovat do výzkumu, jestli by se k těm platbám za 1 jízdu nehodilo přidat taky nějaké časové, např. měsíční, "členství". FYI, byl jsem u minulého testování e-kol Marty Lapáčkové, a ten projekt umřel na byrokracii kolem - dotazníky před a po každé jízdě, podpisy na vrátnici...hrůza. Umístění kol bylo taky špatné (na Konviktu ve sklepě ve studovně, táhni pokaždé těžké e-kolo do schodů a osobní postřeh je, že když mám volbu mezi MHD a e-kolem, kde jsou jízdní časy srovnatelné, volím podle počasí. Zkusil jsem jednou za špatného počasí a prostě to za to nestojí. Chtěl zdůraznit, ať se (jestli plánuješ nějaký pilotní provoz) zaměříš na celkový user experience a čas skutečně strávený přepravou, protože minule to dopadlo tak, že čas jízdy byl sice 15 minut, ale k tomu dalších 15 minut tahání kola po schodech, podepisování papírů na vrátnici a vyplňování dotazníků.

„Věc, která rozhoduje o jízdě na kole / užití MHD / jízdě autem je to, jak jsem oblečený a co mám s sebou - když je to jen batoh s vodou a párem knih, kolo rád využiji. Když pojedu s NTB, na kolo mě nikdo nedostane. Když pojedu v nějakém volném oblečení, kolo rád využiji. V obleku nebo v nějakém slušnějším oblečení mě na kolo nikdo nedostane.“

„Radši chodím pěšky a využívám k přesunu mezi budovami MHD, protože jsem si jistější. Pohybovat se na kole ve městě mi přijde (na dnešní poměry) poměrně náročné (sledovat vozidla, tramvaje a proplétající se chodce).“

„Doufám, že parkování kol bude vhodně vyřešeno. Obzvláště nezastřešená "klec" v Horské není zrovna ideální.“

„Pro bezpečnou (i zdravotně) cyklistiku v Praze chybí infrastruktura a politická vůle. Poplatky by měly být spíše na bázi denní permanentky (např. 1Eur). Ve škole chybí bezpečné parkování na kola studentů - nejdříve je potřeba vyřešit tento závažný nedostatek.“

Příloha 2: Pojištění e-bikesharing systému

Návrh řešení:

předmět pojištění: elektrokola, včetně uvedeného příslušenství (dobíjecí stojany, dobíjecí stojan, samoobslužný terminál, zastřešení)

pojistné nebezpečí: FLEXA, voda, přírodní nebezpečí – **pojištění na novou cenu**

LPP: 690 tis. Kč, SÚ: 5 000 Kč

Místo pojištění: Florenc, Konvikt, Horská

Roční pojistné: **6 900,- Kč**

pojistné nebezpečí: odcizení – pojištění na **1. riziko**

Místo pojištění: Florenc, Konvikt (umístěné uvnitř budovy)

LPP: 100 tis. Kč, SÚ: 5 000 Kč

pojistné nebezpečí: odcizení – pojištění na **1. riziko**

Místo pojištění: Horská (umístěné před budovou)

LPP: 25 tis. Kč, SÚ: 5 000 Kč

Roční pojistné: **12 500,- Kč**

Celkové roční pojistné před slevou: 19 400,- Kč