UNIVERZITA PARDUBICE

DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2025 Pavel Kůla

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Bakalářská práce

# Elektromobilita a bezpečnost chodců

2025 Pavel Kůla

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2024/2025

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

| | |
|---|---|
| Jméno a příjmení: | **Pavel Kůla** |
| Osobní číslo: | **D22297** |
| Studijní program: | **B1041A040002 Technologie a management v dopravě** |
| Specializace: | **Technologie a řízení dopravy** |
| Téma práce: | **Elektromobilita a bezpečnost chodců** |
| Zadávající katedra: | **Katedra technologie a řízení dopravy** |

## Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza současného stavu a právních předpisů
2. Dotazníkové šetření
3. Návrh na zvýšení bezpečnosti

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30-40**
Rozsah grafických prací: **3-4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

dle pokynů vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jaroslav Matuška, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **24. února 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. června 2025**

L.S.

**doc. Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.**
děkan

**doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 25. února 2025

Prohlašuji:

Práci s názvem Elektromobilita a bezpečnost chodců jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Pavel Kůla v. r.

# PODĚKOVÁNÍ

Rád bych vyjádřil upřímnou vděčnost a poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Jaroslavu Matuškovi, Ph.D., za jeho cenné rady, trpělivost a doporučení během vypracovávání této bakalářské práce. Děkuji všem respondentům, kteří odpověděli na dotazník. Děkuji také celé své rodině, kteří byli mou oporou po celou dobu studia.

# ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá elektromobilitou a jejím dopadem na bezpečnost chodců. Dále práce obsahuje analýzu právních předpisů. V závěru práce je vypracovaná studie na dotazování chodců, jak vnímají bezpečnost elektromobility, průzkum užívání elektrovozidel a návrh na zvýšení bezpečnosti v Pardubicích.



# KLÍČOVÁ SLOVA

bezpečnost, dotazník, elektromobilita, elektrokolo, chodci, koloběžka na elektrický pohon


# TITLE

Electromobility and pedestrian safety


# ANNOTATION

This bachelor's thesis deals with electromobility and its impact on operational safety. Furthermore, the work contains an analysis of legal regulations. At the end of the thesis, this study asks pedestrians how they perceive the safety of electromobility, a survey of the use of electric vehicles and a proposal for increasing safety in Pardubice.



# KEYWORDS

electric bike, electric scooter, electromobility, pedestrians, questionnaire, safety

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ ..... 9

SEZNAM TABULEK ..... 11

SEZNAM ZKRATEK ..... 12

ÚVOD ..... 13

1 PRÁVNÍ PŘEPISY ..... 14

1.1 Právní předpisy pro koloběžky na elektrický pohon ..... 15

1.2 Požadavky na řidiče ..... 16

1.3 Povinná výbava koloběžky na elektrický pohon ..... 16

1.4 Druhy koloběžek na elektrický pohon ..... 17

1.5 Právní předpisy pro elektrokolo ..... 19

1.6 Druhy elektrokol ..... 19

1.7 Baterie používané u elektrokol a koloběžek na elektrický pohon ..... 21

1.8 Analýza současného stavu v Pardubicích ..... 23

2 PRŮZKUM SPOKOJENOSTI S BEZPEČNOSTÍ ELEKTOMOBILITY ..... 27

3 NÁVRH NA ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI ..... 31

3.1 Stojan pro koloběžky na elektrický pohon ..... 31

3.2 Zákazové zóny ve městech ..... 37

3.3 Infrastruktura ..... 38

3.4 Senzory pro detekci překážky ..... 39

3.5 Řidiči elektrokol a koloběžek na elektrický pohon ..... 40

3.5.1 Alkohol ..... 41

3.5.2 Bezpečnostní prvky ..... 41

3.6 Přínosy návrhů na zvýšení bezpečnosti ..... 42

ZÁVĚR ..... 43

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ ..... 44

# SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Přehled cen za dálniční známku ..... 14
Obrázek 2: Povinná výbava koloběžky na elektrický pohon ..... 17
Obrázek 3: Koloběžka na elektrický pohon Xiaomi Mi Electric Scooter Essential Black ..... 18
Obrázek 4: Terénní koloběžka na elektrický pohon TIGRÄH ..... 18
Obrázek 5: Městské elektrokolo Maxbike Urbea 28" ..... 20
Obrázek 6: Horské elektrokolo Trek Rail 9.7 ..... 20
Obrázek 7: Trekové elektrokolo Haibike SDURO Trekking 5 ..... 21
Obrázek 8: Skládací elektrokolo GOCYCLE G4 ..... 21
Obrázek 9: Lithium-iontové baterie ..... 22
Obrázek 10: Lithium-polymerová baterie ..... 22
Obrázek 11: Špatně zaparkovaná koloběžka na elektrický pohon ..... 24
Obrázek 12: Špatně zaparkovaná, spadlá koloběžka na elektrický pohon ..... 25
Obrázek 13: Koloběžka na elektrický pohon odhozena v přírodě ..... 25
Obrázek 14: Odložené koloběžky na elektrický pohon na vyznačeném místě ..... 26
Obrázek 15: Graf věkové kategorie dotazovaných ..... 27
Obrázek 16: Odpovědi na otázku č. 1: Vlastníte elektrokolo, nebo koloběžku na elektrický pohon? ..... 28
Obrázek 17: Odpovědi na otázku č. 2: Jak často se setkáváte s elektrokoly, nebo koloběžkami na elektrický pohon? ..... 28
Obrázek 18: Odpovědi na otázku č. 3: Byla ohrožena vaše bezpečnost elektrokolem nebo koloběžkou na elektrický pohon? ..... 29
Obrázek 19: Odpovědi na otázku č. 4: Jak vnímáte bezpečnost koloběžek na elektrický pohon a elektrokol? ..... 30
Obrázek 20: Odpovědi na otázku č. 5: Jak vnímáte parkování koloběžek na elektrický pohon na chodníku? ..... 30
Obrázek 21: Stojan pro koloběžky ..... 31
Obrázek 22: Mapa parkovacích míst pro kola Nextbike ..... 32
Obrázek 23: Informace o dostupnosti kol na mapě ..... 33

Obrázek 24: Návrh mapy pro stojany ..... 33
Obrázek 25: Návrh stojanu pro koloběžky na elektrický pohon ..... 34
Obrázek 26: Návrh stojanu pro koloběžky na elektrický pohon – detail uzamykacího mechanismu shora ..... 35
Obrázek 27: Návrh stojanu pro koloběžky na elektrický pohon – detail uzamykacího mechanismu ze strany ..... 35
Obrázek 28: Zákaz vjezdu koloběžek na elektrický pohon ..... 37
Obrázek 29: Návrh zákazových zón v Pardubicích ..... 38
Obrázek 30: Návrh na rozšíření cyklostezky ..... 39
Obrázek 31: Vliv barvy oblečení a reflexních prvků na viditelnost ..... 42

# SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Řidičské oprávnění pro koloběžku na elektrický pohon patřící do kategorie motocyklů .....16
Tabulka 2: Potřebné položky na stojan pro koloběžky na elektrický pohon .....36

# SEZNAM ZKRATEK

| | |
|---|---|
| BEV | Battery Electric Vehicle (bateriové elektrické vozidlo) |
| Li-Ion baterie | Lithium iontová baterie |
| Li-Pol baterie | Lithium polymerová baterie |
| PHEV | Plug-in Hybrid Electric Vehicle (plug-in hybridní elektrické vozidlo) |

# ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá elektromobilitou a jejím dopadem na bezpečnost chodců. V práci jsou popsány právní předpisy, které obsahují informaci o novém nařízení pro užívání koloběžek na elektrický pohon.

Dále bylo provedeno dotazníkové šetření, jehož výsledky jsou v práci graficky zobrazeny. A dále jsou zde popsány chyby při parkování koloběžek na elektrický pohon a kol. Pro eliminaci těchto chyb jsou zde navržena opatření, která by měla zabránit špatnému parkování.

Cílem této práce je navržení takových opatření, díky kterým se zvýší bezpečnost chodců, ale i uživatelů koloběžek na elektrický pohon a elektrokol, neboť se téměř denně setkáváme s různými nehodami nebo událostmi, kdy je naše bezpečnost, jakožto chodců, ohrožena.

# 1 PRÁVNÍ PŘEPISY

Elektromobilita se stává stále významnějším tématem v současné společnosti, kde ekologické a udržitelné způsoby dopravy získávají na významu. V současné době se zvyšuje poptávka po ekologičtějších vozidlech. V České republice bylo k roku 2024 zaregistrováno 74 061 vozidel s pohonem BEV a PHEV. Pohon BEV je plně elektrické vozidlo, pohon PHEV znamená plug-in hybrid, což je kombinace elektromotoru a spalovacího motoru. V prvním čtvrtletí v roce 2025 bylo ze všech registrovaných dovezených osobních vozidel čistě elektrických 5,2 %. Pro srovnání, v průběhu celého roku 2024 činil tento podíl 4,7 %. Elektromobilita představuje inovativní způsob pohonu dopravních prostředků, který snižuje znečištění ovzduší a přispívá k ochraně životního prostředí. (1) (2)

Lidé, kteří se rozhodnou pořídit si elektromobil, získají několik výhod, například nebudou muset platit za dálniční známku (ceny jsou uvedeny na obrázku č. 1) nebo získají na některých místech možnost bezplatného parkování. Právnické osoby a podnikatelé mohou získat dotaci na elektromobil, kdy dotace na osobní vozidlo může dosáhnout až 200 000 Kč. Fyzické osoby mohou žádat o dotaci na pořízení soukromé nabíjecí stanice pro elektromobil. V Rakouské republice na dálnicích v okolí chráněných oblastech a měst je snížená rychlost na 100 $km \cdot h^{-1}$. Tato snížená rychlost neplatí pro elektromobily, řidiči těchto vozidel mohou v těchto úsecích jet maximální povolenou rychlostí, tedy 130 $km \cdot h^{-1}$. (3)

| | R 1 ROK | M 30 DNÍ | D 10 DNÍ | J 1 DEN |
|---|---|---|---|---|
| **Standardní palivo** | 2 440 Kč | 460 Kč | 290 Kč | 210 Kč |
| **Biometan** | 1 220 Kč | 230 Kč | 140 Kč | 100 Kč |
| **Zemní plyn** CNG a LNG (neplatí pro LPG) | 1 220 Kč | 230 Kč | 140 Kč | 100 Kč |
| **Plug-in hybrid** ($CO_2$ max 50 g/km) | 610 Kč | 110 Kč | 70 Kč | 50 Kč |
| **Cena pro elektromobily** Tato sazba platí automaticky pro vozidla registrovaná v ČR. Pro vozidla registrovaná v zahraničí je nutné podat žádost **oznámení osvobození** | 0 Kč | 0 Kč | 0 Kč | 0 Kč |

Obrázek 1: Přehled cen za dálniční známku

Zdroj: (39)

## 1.1 Právní předpisy pro koloběžky na elektrický pohon

Koloběžky na elektrický pohon v posledních letech nabírají na oblibě a stávají se tak nedílnou součástí měst. Se zvyšujícím se počtem koloběžek na elektrický pohon roste také potřeba jasných pravidel a legislativ pro jejich užívání a provoz. Koloběžky na elektrický pohon podléhají legislativním pravidlům, řidiči jsou proto povinni dodržovat zákon č. 361/2000 sb. (Zákon o provozu na pozemních komunikacích). (4)

Koloběžky na elektrický pohon se řadí do tří kategorií. První kategorií je jízdní kolo, kde patří koloběžky na elektrický pohon, které nepřesahují maximální výkon 250 W, hmotnost do 25 kg a rychlost do 25 $km \cdot h^{-1}$. Pro užívání této koloběžky na elektrický pohon není potřeba řidičské oprávnění, povinné ručení, registrační značka ani pravidelná technická prohlídka. Pro koloběžky na elektrický pohon platí stejná pravidla, jako pro jízdní kola. Jízda po chodníku není dovolena, výjimku mají pouze děti do 10 let, ty mohou jezdit po chodníku. Ostatní řidiči starší 10 let musí využívat pro jízdu cyklostezky nebo silnice. Osoby mladší 18 let musí mít za jízdy nasazenou ochrannou helmu schváleného typu.

Druhou kategorií je motocykl, kde patří koloběžky na elektrický pohon, které přesahují parametry pro kategorii jízdní kolo. Koloběžku na elektrický pohon lze schválit podle nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 168/2013. Uživatel takové koloběžky se musí řídit pravidly pro provoz motorových vozidel, včetně vlastnictví odpovídajícího řidičského oprávnění, registrační značky, pravidelné technické prohlídky a mít sjednáno pojištění odpovědnosti z provozu vozidla. Během jízdy je řidič povinen mít nasazenou ochrannou helmu schváleného typu – konkrétně motocyklovou, nikoliv cyklistickou a zároveň si musí vhodným způsobem chránit zrak, například pomocí brýlí nebo ochranného štítu. Do této kategorie patří i koloběžky na elektrický pohon, které jsou upravené a mají deaktivovaný omezovač rychlosti nebo výkonu. (5) (6)

Třetí kategorií je vozidlo kategorie Z, jedná se o koloběžky na elektrický pohon, které přesahují parametry určené pro jízdní kolo a nelze je schválit podle požadavků nařízení EU 168/2013. Jedná se o koloběžky na elektrický pohon, které nedisponují alespoň jedním místem k sezení, nebo nesplňují jiné požadavky, stanovené v nařízení EU 168/2013. Tyto koloběžky musí mít schválenou technickou způsobilost, ale není vyžadována registrační značka. (7)

Od roku 2024 je povinnost platit povinné ručení za koloběžky na elektrický pohon. Toto nové nařízení se týká všech koloběžek na elektrický pohon s konstrukční rychlostí vyšší než 25 $km \cdot h^{-1}$, nebo které váží více než 25 kg a disponují konstrukční rychlostí vyšší než 14 $km \cdot h^{-1}$.

## 1.2 Požadavky na řidiče

V tabulce č. 1 jsou uvedeny kategorie výkonů koloběžek na elektrický pohon a potřebná řidičská oprávnění, která se na ně vztahují.

Tabulka 1: Řidičské oprávnění pro koloběžku na elektrický pohon patřící do kategorie motocyklů

| Výkon | Typ řidičského průkazu | Minimální věk |
|---|---|---|
| Od 1 do 4 kW (max. rychlost 45 $km \cdot h^{-1}$) | AM | 15 let |
| Od 4 do 11 kW | A1 | 16 let |
| Od 15 do 35 kW | A2 | 18 let |
| Bez omezení | A | 24 let (20 let při držení řidičského průkazu A2 po dobu dvou let) |

Zdroj: (7)

Pro řidiče koloběžek na elektrický pohon platí zákon č. 361/2000 Sb., kdy na pozemní komunikaci řidič jezdí při pravém okraji vozovky, ve zřízeném jízdním pruhu pro cyklisty, stezce pro cyklisty a smíšené stezce pro cyklisty a chodce. Jízdou nesmějí řidiči koloběžek na elektrický pohon ohrožovat ani omezovat chodce. (6)

## 1.3 Povinná výbava koloběžky na elektrický pohon

Podle vyhlášky o schvalování technické způsobilosti vozidel a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, musí být koloběžka na elektrický pohon vybavena dvěma na sobě nezávislými účinnými brzdami s odstupňovatelným ovládáním brzdného účinku. To znamená, že koloběžka musí mít alespoň dva brzdové systémy, které mohou fungovat nezávisle na sobě. Tento systém zajišťuje, že pokud jeden z brzdových mechanismů selže, druhý stále poskytuje možnost bezpečného zastavení. (8)

Musí být vybavena odrazkami, odrazky jsou znázorněny na obrázku č. 2. Zadní odrazka je červené barvy, která může být kombinovaná se svítilnou červené barvy. Odrazka nesmí být menší než 2000 $mm^2$, přičemž vepsaný čtyřúhelník musí mít jednu stranu dlouhou nejméně

40 mm. Odrazka musí být pevně umístěna v podélné střední rovině, nebo na levé straně ve výšce 250–900 mm nad rovinou vozovky. (8)

Přední odrazka je bílé bravy, nebo může být nahrazena odrazovými materiály obdobných vlastností. Odrazka musí být umístěna v podélné střední rovině nad povrchem pneumatiky předního kola. Plocha odrazky nesmí být menší než 2000 $mm^2$, přičemž vepsaný čtyřúhelník musí mít jednu stranu dlouhou nejméně 40 mm. (8)

Na bocích musí být alespoň jedna odrazka oranžové barvy. Většinou se nachází na přední vidlici, nebo mohou být i na kolech.

Zdroj: (9), úprava autor

Obrázek 2: Povinná výbava koloběžky na elektrický pohon

## 1.4 Druhy koloběžek na elektrický pohon

Městské koloběžky na elektrický pohon jsou převážně určeny pro každodenní dojíždění do práce nebo do školy, což z nich činí praktický dopravní prostředek pro obyvatele měst. Tyto koloběžky disponují malými koly o průměru od 12 do 16 palců, což přispívá k jejich kompaktnosti a snadnému ovládání. Jejich hmotnost se pohybuje od 10 do 20 kg, což je činí dostatečně lehkými pro rychlé přenášení a skladování. Dojezd se liší od 15 do 30 km, což umožňuje uživatelům pohodlně pokrýt krátké a střední vzdálenosti bez nutnosti dobíjení. Výhodou těchto koloběžek na elektrický pohon je jejich snadná manévrovatelnost. Na obrázku č. 3 je znázorněna městská koloběžka na elektrický pohon. (10)

Zdroj:(11)

Obrázek 3: Koloběžka na elektrický pohon Xiaomi Mi Electric Scooter Essential Black

Terénní koloběžky na elektrický pohon jsou převážně určeny pro jízdu na nezpevněném povrchu. Disponují většími koly než mají městské koloběžky na elektrický pohon, průměr kol je od 18 do 26 palců, vyšší hmotností od 20 do 30 kg, delším dojezdem od 30 do 50 km a má typicky výkonnější motor (nad 5 kW). Jsou vybaveny terénními pneumatikami, proto případné překážky snadněji překoná terénní koloběžka na elektrický pohon. Jsou také vybaveny lepším odpružením. Ačkoliv jsou koloběžky na elektrický pohon navrženy primárně pro jízdu po nezpevněných cestách, mnozí uživatelé je často používají také v městských oblastech. Tento trend je stále běžnější. Na obrázku č. 4 je znázorněna terénní koloběžka na elektrický pohon. (10)

Zdroj: (12)

Obrázek 4: Terénní koloběžka na elektrický pohon TIGRÄH

Tyto dva základní druhy koloběžek na elektrický pohon se ještě dělí podle konstrukce. Koloběžky na elektrický pohon sedadlového typu, které jsou vybaveny sedadlem a jsou určeny na delší vzdálenosti. Koloběžka sedadlového typu je znázorněna na obrázku č. 4. Koloběžky na elektrický pohon nášlapného typu jsou určeny pro jízdu ve stoje, tyto koloběžky jsou skladnější.

Koloběžka na elektrický pohon nášlapného typu je znázorněna na obrázku č. 3, nebo je provozují firmy pro sdílené koloběžky na elektrický pohon ve městech.

## 1.5 Právní předpisy pro elektrokolo

Provoz elektrokol se řídí podle Nařízení Evropského parlamentu a rady č. 168/2013 (Nařízení o schvalování dvoukolových nebo tříkolových vozidel a čtyřkolek). V České republice platí pro elektrokola zákon č. 361/2000 Sb. (Zákon o provozu na pozemních komunikacích).

Elektrokolo nesmí být vybaveno elektromotorem, který převyšuje 250 W. Motor je aktivován šlapáním cyklisty. Motor může pomáhat pouze do maximální rychlosti 25 $km \cdot h^{-1}$. Pokud cyklista dosáhne rychlost 25 $km \cdot h^{-1}$ motor se musí ihned odpojit, stejně tak, když cyklista přestane šlapat nebo cyklista aktivuje brzdu. Řidič může elektromotor aktivovat i tlačítkem, jedná se o takzvaného asistenta chůze, kdy motor pomáhá jen do rychlosti 6 $km \cdot h^{-1}$. Pro jízdu na elektrokole není potřeba žádné řidičské oprávnění, pokud výkon motoru elektrokola nepřesahuje 250 W.

Z analýzy české a evropské legislativy vyplývá, že provoz elektrokol v České republice je podmíněn technickými parametry, zejména omezením výkonu motoru a asistované rychlosti, které určují jejich zařazení mezi jízdní kola. Klasifikace koloběžek na elektrický pohon z hlediska právních předpisů vychází z jejich technického provedení a výkonových charakteristik. Od roku 2024 navíc platí povinnost sjednat pojištění odpovědnosti pro vybrané typy elektrokoloběžek s vyšší konstrukční rychlostí nebo hmotností. Tato změna reaguje na rostoucí rozšíření těchto prostředků a potřebu větší regulace jejich provozu.

## 1.6 Druhy elektrokol

Městská elektrokola patří mezi nejoblíbenější elektrokola. Tyto elektrokola jsou určena převážně pro jízdu po městských ulicích, na cyklostezky a zpevněné cesty, proto mají úzký profil pneumatik. Zvládnou ale také jízdu v lehkém terénu, jako jsou například lesní či polní cesty. Baterie je uložena nejčastěji na rámu nebo na nosiči. Mívají blatníky nebo také zadní nosič s integrovanými světly. Dojezd městského elektrokola je kolem 50–70 km. Výhodou této

kategorie elektrokol je nízká váha a jednoduché ovládání. Na obrázku č. 5 je znázorněno městské elektrokolo. (13)

Zdroj: (14)

Obrázek 5: Městské elektrokolo Maxbike Urbea 28"

Horská elektrokola jsou hlavně určena pro jízdu v náročném terénu, ale lze je využít i na zpevněných cestách. Tyto elektrokola jsou určena pro lidi, kteří hledají sportovní využití. Disponují mohutnějším rámem, odpruženou vidlicí, u většiny kol kotoučovými hydraulickými brzdami a složitější převodovkou se 7–10 převody. Horská elektrokola jsou dražší než silniční elektrokola. Na obrázku č. 6 je znázorněno horské elektrokolo. Ve srovnání s městskými elektrokoly bývají horská elektrokola vybavena menším množstvím prvků pro zvýšení viditelnosti, jako jsou světla a odrazové plochy. (13)

Zdroj: (15)

Obrázek 6: Horské elektrokolo Trek Rail 9.7

Trekové elektrokolo se také označuje jako cestovní elektrokolo, které je určeno převážně pro náročnější uživatele, kteří chtějí skloubit městské a horské elektrokolo. Tyto kola disponují kvalitními komponenty pro dlouhou životnost. Disponují také vysokou kapacitou baterie a dlouhým dojezdem až 150 km. Na obrázku č. 7 je znázorněno trekové elektrokolo. (13)

Zdroj: (16)

Obrázek 7: Trekové elektrokolo Haibike SDURO Trekking 5

Skládací elektrokolo je primárně určeno na snadné skladování a přenášení, což je jeho výhodou. Jízda na tomto elektrokole je pohodlná, ale kvůli malým kolům se hodí na malé vzdálenosti po zpevněných cestách, například na cesty do zaměstnání nebo do obchodu. Na obrázku č. 8 je skládací elektrokolo.

Zdroj: (17)

Obrázek 8: Skládací elektrokolo GOCYCLE G4

## 1.7 Baterie používané u elektrokol a koloběžek na elektrický pohon

Elektrokola a koloběžky na elektrický pohon jsou vybaveny bateriemi na bázi lithia. Nejčastěji a nejdéle používané jsou lithium-iontové baterie (Li-Ion) a dále jsou používány lithium-polymerové baterie (Li-Pol). (18)

Lithium-iontové baterie (viz obrázek č. 9) jsou dobíjecí baterie, které využívají vratnou redukci iontu lithia pro ukládání energie. Při nabíjení putují lithiové ionty z kladné elektrody na zápornou a při vybíjení naopak. Baterie se tedy skládá ze záporné grafitové elektrody

a kladné elektrody, kterou tvoří oxid kovu. Součástí baterie je také elektrolyt v podobě lithiové soli v organickém rozpouštědle.

Mezi výhody této baterie patří:

- nízká hmotnost,
- dlouhá životnost,
- nízké samovybíjení,
- nezávadné pro životní prostředí,
- nemá tzv. paměťový efekt. (19)

Zdroj: (20)

Obrázek 9: Lithium-iontové baterie

Paměťový efekt značí ztrátu kapacity baterie, která je způsobena jejím předčasným dobíjením. Je-li baterie vybita pouze z části a znovu se nabije, pak si zapamatuje jako výchozí stav tu hodnotu, při které nabíjení začalo. Baterie poté vydává elektrický proud jen po nově zapamatovanou hodnotu a poté postupně klesá její napětí, takže se musí častěji dobíjet. (18)

Lithium-polymerové baterie (viz obrázek č. 10) mají podobné složení jako Li-Ion baterie. Výhody a nevýhody této baterie jsou podobné jako u Li-Ion baterií. Má tedy menší vnitřní odpor, větší výkonnost a malé samovybíjení. Naopak nevýhodou je vyšší pořizovací cena a kratší životnost oproti Li-Ion baterii. (19)

Zdroj: (21)

Obrázek 10: Lithium-polymerová baterie

## 1.8 Analýza současného stavu v Pardubicích

V Pardubicích je zakázaná jízda a stání motorového vozidla na plochách veřejné zeleně. (22)

V rámci této bakalářské práce bylo také zjišťováno, kolik koloběžek s elektrickým pohonem projede přes Wonkův most v Pardubicích. Počítání probíhalo v pracovní den ve středu 29. května 2024, od 14:00 do 17:00. Bylo vybráno toto časové rozhraní, protože většina lidí končí v zaměstnání, což se označuje jako odpolední dopravní špička. Tento časový úsek je charakteristický zvýšeným pohybem na komunikacích, a proto se jevil jako vhodný pro sledování počtu elektrických koloběžek.

Počítání koloběžek bylo realizováno naproti zimnímu stadionu, což je strategická lokalita, kde se protíná několik důležitých tras, a to v obou směrech. Během tříhodinového pozorování bylo napočítáno celkem 51 koloběžek s elektrickým pohonem. Na základě provedeného pozorování bylo zjištěno, že intenzita výskytu koloběžek na elektrický pohon činila 17 vozidel za hodinu, což naznačuje určitou úroveň zájmu o tento způsob dopravy v městském prostředí.

Je potřeba zmínit, že v květnu roku 2024 přestaly firmy Lime a Bolt v Pardubicích provozovat své sdílené koloběžky na elektrický pohon. Tyto společnosti byly významnými poskytovateli sdílené mobility ve městě Pardubice a jejich absence mohla mít vliv na počet koloběžek, které byly během sledovaného časového úseku napočítány. Pokud by obě firmy v den počítání fungovaly, je pravděpodobné, že by se počet elektronických koloběžek, které projely přes Wonkův most, výrazně zvýšil.

Tento výsledek upozorňuje na zásadní otázky týkající se městské dopravy a udržitelnosti. Koloběžky na elektrický pohon se ukazují jako ekologická alternativa k tradičním automobilům a mohou hrát klíčovou roli při snižování emisí a zlepšování kvality ovzduší v městském prostředí.

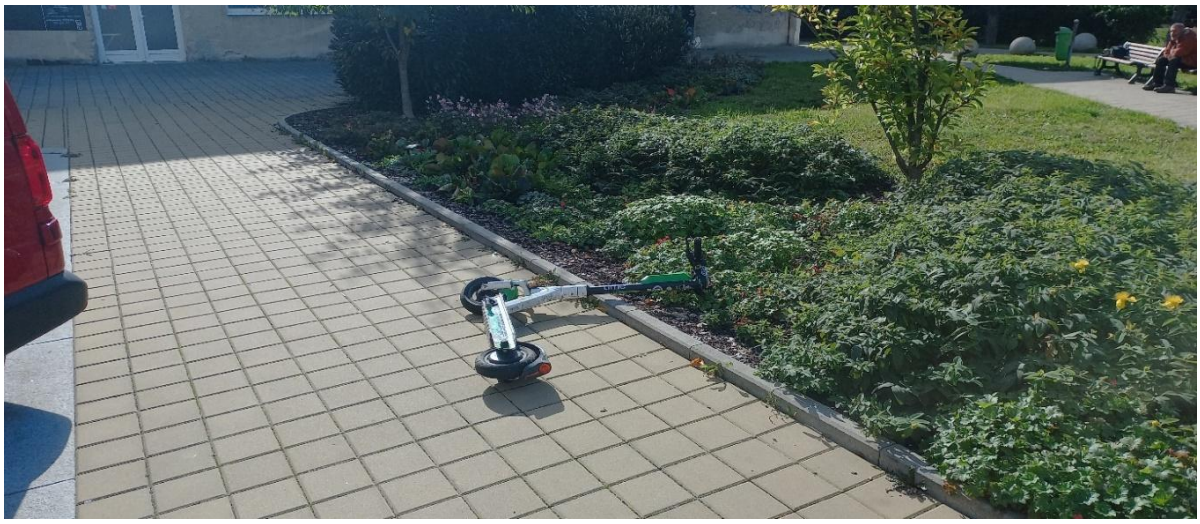
Se zvýšenou poptávkou po koloběžkách na elektrický pohon nastávají i některé problémy, které nelze přehlížet. Jedním z nejvýznamnějších problémů jsou špatně zaparkované sdílené koloběžky, které mohou narušit plynulost pohybu na veřejných prostranstvích. V mnoha městech, včetně Pardubic, se často setkáváme s koloběžkami, které jsou zaparkovány neukázněně, a v některých případech začnou tvořit překážku pro chodce. Na obrázku č. 11 je zachycena typická ukázka špatně zaparkované koloběžky na elektrický pohon. Fotografie byla pořízena autorem této práce v Pardubicích u podchodu pod ulicí Hradecká směrem k Univerzitě Pardubice. Na snímku je vidět sdílená koloběžka na elektrický pohon, která patří firmě Bolt. Jak ilustrace ukazuje, koloběžka je zaparkována tak, že značně zúžila prostor pro pohyb chodců.

Zdroj: foto autor

Obrázek 11: Špatně zaparkovaná koloběžka na elektrický pohon

Na obrázku č. 12 je zachycena další špatně zaparkovaná koloběžka na elektrický pohon, která opět představuje překážku pro chodce. Fotografie byla pořízena autorem této práce v Pardubicích, konkrétně u základní školy v Polabinách I. Na snímku je vidět sdílená koloběžka na elektrický pohon od firmy Lime, která je umístěna tak, že zužuje prostor chodců.

Tento případ opět poukazuje na problém neukázněného parkování sdílených koloběžek, který se stává častějším. Špatné parkování nejenže znepříjemňuje život obyvatelům a návštěvníkům, ale také zvyšuje riziko nehod, zejména v blízkosti frekventovaných míst jako jsou školy, kde se pohybují děti a rodiče.



Zdroj: foto autor

Obrázek 12: Špatně zaparkovaná, spadlá koloběžka na elektrický pohon

Koloběžky na elektrický pohon jsou odhozené i v přírodě. Koloběžky na elektrický pohon jsou vybaveny Li-Ion baterií, nebo olověnou baterií. Baterie při špatném zacházení mohou prasknout a elektrolyt se dostane do půdy. Pokud baterie vyteče, může to mít negativní účinek na životní prostředí, zejména pokud se jedná o olověné baterie. Na obrázku č. 13 je odhozená koloběžka v přírodě.

Zdroj: foto autor

Obrázek 13: Koloběžka na elektrický pohon odhozena v přírodě

Kvůli nárůstu špatně zaparkovaných koloběžek na elektrický pohon jsou v Pardubicích vytipovaná místa, kde uživatelé sdílených koloběžek na elektrický pohon mohu koloběžky zaparkovat. Místa jsou vyznačena piktogramem koloběžky, který je znázorněný na obrázku č. 14 i se zaparkovanými koloběžkami na elektrický pohon.

Zdroj: foto autor

Obrázek 14: Odložené koloběžky na elektrický pohon na vyznačeném místě

Vytipování těchto míst proběhlo v Pardubicích v roce 2021 a v září téhož roku se začala vytipovaná místa označovat. Bylo označeno zhruba 30 lokalit. O náklady spojené s vyznačováním piktogramů se rovným dílem podílely společnosti Bolt a Lime. (23)

I když jsou ve městě Pardubice označená místa pro parkování sdílených koloběžek na elektrický pohon, stále jsou odloženy mimo tyto vyznačená místa. Náměstek primátora pro oblast dopravy, Ing. Jan Hrabal, uvedl, že provozovatelé sdílených koloběžek přislíbili průměrné odstranění nesprávně odstavených a odložených koloběžek do dvou hodin. (24)

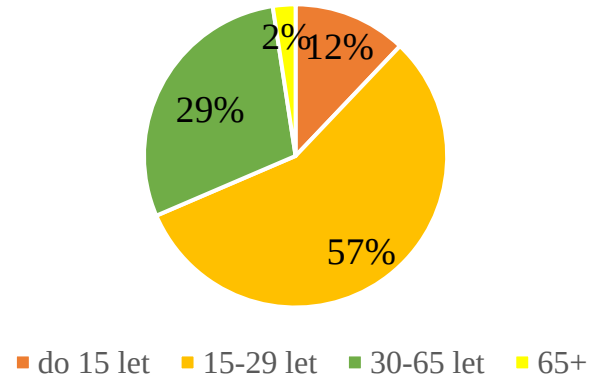
Proto autor této práce navrhuje zamykatelné stojany pro koloběžky na elektrický pohon (viz kapitola 3.1.).

# 2 PRŮZKUM SPOKOJENOSTI S BEZPEČNOSTÍ ELEKTOMOBILITY

V rámci této bakalářské práce byl vytvořen dotazník, jak jsou lidé spokojení s bezpečností v rámci elektromobility jako chodci. Tento dotazník má za cíl shromáždit názory a zkušenosti respondentů, které mohou poskytnout cenné informace pro zlepšení bezpečnostních opatření v městské dopravě.

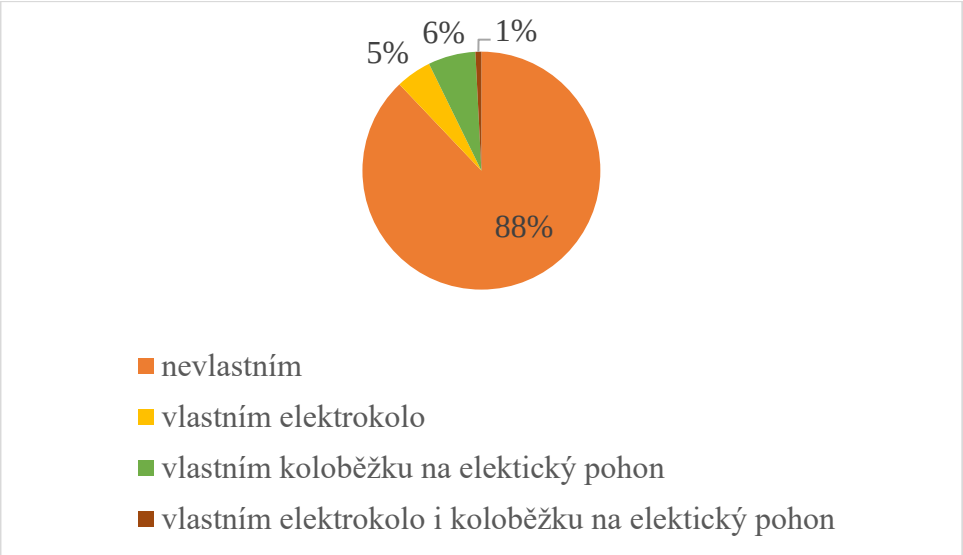
## Výsledky průzkumu

Průzkumu se zúčastnilo 124 lidí různých věkových kategorií. Věkové kategorie byly rozděleny do 4 skupin, a to do 15 let, 15–29 let, 30–65 let a nad 65 let. Na obrázku č. 15 je vidět procentuální vyobrazení jednotlivých věkových kategorií. V kategorii do 15 let se dotazníku zúčastnilo 12 % dotazovaných, v kategorii 15–29 let se dotazníku zúčastnilo 57 % dotazovaných, v kategorii 30–65 let se dotazníku zúčastnilo 29 % dotazovaných a v kategorii nad 65 let se dotazníku zúčastnila 2 % dotazovaných.



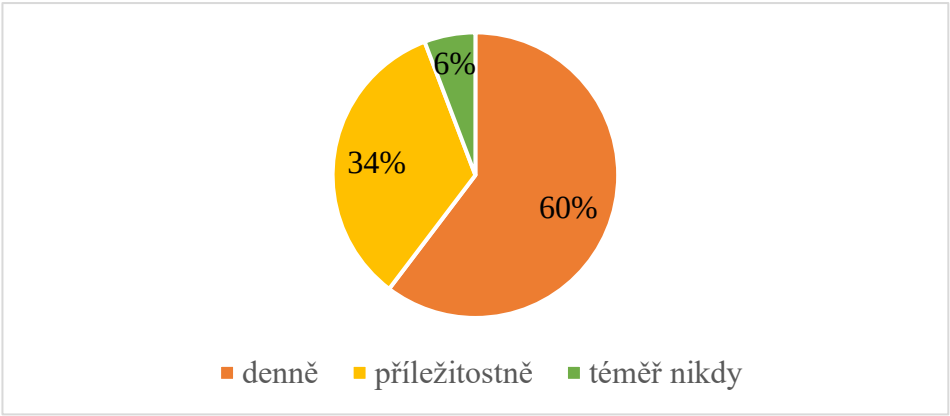

Obrázek 15: Graf věkové kategorie dotazovaných

První otázka byla, jestli dotazovaný vlastní elektrokolo, nebo koloběžku na elektrický pohon. Procentuální výsledky grafu jsou znázorněny na obrázku č. 16. Ze 124 dotazovaných odpovědělo 88 %, že nevlastní koloběžku na elektrický pohon ani elektrokolo, 5 % dotazovaných vlastní elektrokolo, 6 % dotazovaných vlastní koloběžku na elektrický pohon a 1 % dotazovaných vlastní elektrokolo i koloběžku na elektrický pohon. Tato otázka byla zařazena do dotazníku pro zjištění, zda na dotazník odpovídají častěji chodci nebo uživatelé elektrokol a koloběžek na elektrický pohon.



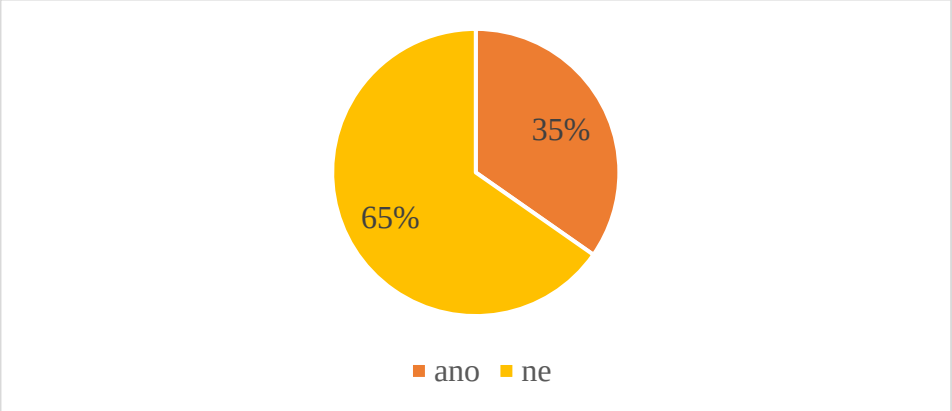

Obrázek 16: Odpovědi na otázku č. 1: Vlastníte elektrokolo, nebo koloběžku na elektrický pohon?

Druhá otázka byla, jak často se setkávají s elektrokoly, nebo elektrokoloběžkami při chůzi. Ze 124 dotazovaných se 75 dotazovaných setkává s elektrokoly, nebo koloběžkami na elektrický pohon, 42 dotazovaných se setkává příležitostně a 7 dotazovaných se s elektrokoly, nebo koloběžkami na elektrický pohon téměř nikdy nesetkává. Procentuální výsledky jsou znázorněny na obrázku č. 17. Tato otázka byla do dotazníku zařazena pro zjištění četnosti setkání s elektromobilitou.



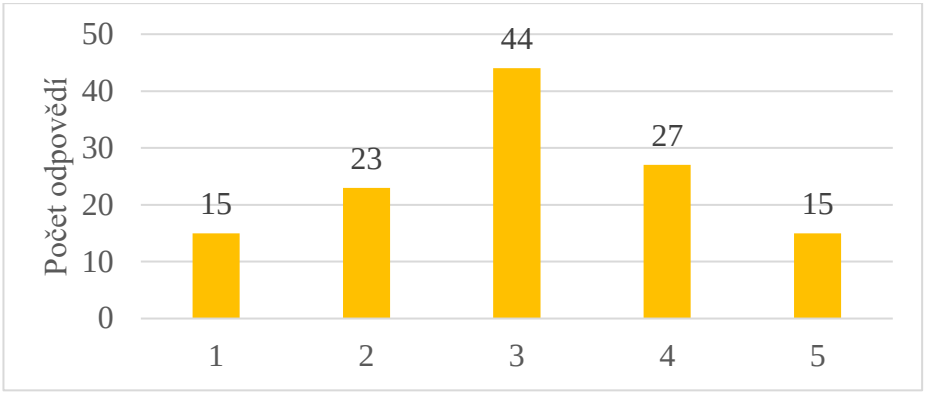

Obrázek 17: Odpovědi na otázku č. 2: Jak často se setkáváte s elektrokoly, nebo koloběžkami na elektrický pohon?

Třetí otázka zněla, zda-li byla ohrožena jejich bezpečnost elektrokolem nebo koloběžkou na elektrický pohon. Ze 124 dotazovaných 35 % odpovědělo, že byla ohrožena jejich bezpečnost a u 65 % dotazovaných nebyla ohrožena jejich bezpečnost. Na obrázku č. 18 jsou procentuální výsledky. Jak je vidět, průměrně každý 3. dotazovaný byl v nebezpečí s elektromobilitou.



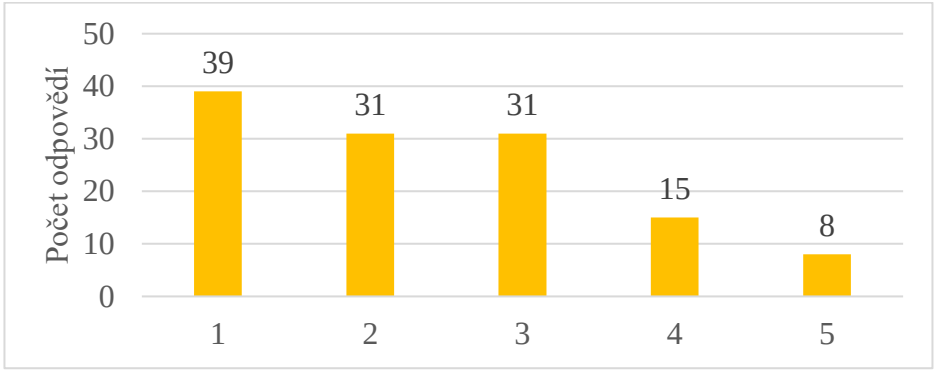

Obrázek 18: Odpovědi na otázku č. 3: Byla ohrožena vaše bezpečnost elektrokolem nebo koloběžkou na elektrický pohon?

Čtvrtou otázkou bylo, jak vnímají bezpečnost elektrokol a elektrokoloběžek jako chodci. Byla vytvořena stupnice od 1 do 5, kdy číslo 1 znamená, že je dotazovaný nespokojen s bezpečností – ze 124 dotazovaných se jedná o 12,1 %. Číslo 2 znamená, že je dotazovaný spíše nespokojen s bezpečností, což ze 124 dotazovaných označilo 18,5 %. Číslo 3 znamená, že dotazovaný není spokojen a ani není nespokojen s bezpečností. Na tuto odpověď odpovědělo 35,5 % dotazovaných. Číslo 4 znamená, že je dotazovaný spíše spokojen s bezpečností – ze 124 dotazovaných tuto odpověď vybralo 21,8 %. A číslo 5 znamená, že je dotazovaný spokojen s bezpečností, a to ze 124 dotazovaných je pouze 12,1 %. Výsledky jsou znázorněny na obrázku č. 19. Nejvíce odpovědí získal bod 3, kdy dotazovaný není spokojen s bezpečností, ani s ní není nespokojen. Naopak nejnižší procenta jsou u odpovědi, kdy lidé jsou zcela spokojeni s bezpečností elektromobility.




Obrázek 19: Odpovědi na otázku č. 4: Jak vnímáte bezpečnost koloběžek na elektrický pohon a elektrokol?

Poslední pátá otázka byla, jak vnímají parkování elektrokoloběžek, nebo elektrokol na chodníku. Zde byla vytvořena také stupnice od 1 do 5, kde 1 znamená, že je dotazovaný nespokojen, 2 spíše nespokojen, 3 ani nespokojen a ani spokojen, 4 spíše spokojen a 5 znamená, že je spokojen s bezpečností. Nejvíce odpovědí bylo na bod 1 (31,5 %), kdy jsou dotazovaní nespokojeni s parkováním koloběžek na elektrický pohon, a pouze 8 dotazovaných (6,5 %) je spokojeno s parkováním elektrokoloběžek na chodníku. Výsledky na pátou otázku jsou znázorněny na obrázku č. 20. Tyto odpovědi jsou důkazem toho, že by mělo být řešeno parkování elektrokol a koloběžek na elektrický pohon tak, aby nedocházelo k jejich povalování kdekoli je to jen možné.




Obrázek 20: Odpovědi na otázku č. 5: Jak vnímáte parkování koloběžek na elektrický pohon na chodníku?

Z provedeného dotazníkového šetření vyplynulo, že ačkoli převážná část respondentů osobně nevlastní elektrokola ani koloběžky na elektrický pohon, s jejich přítomností se setkává téměř denně. Významným zjištěním je, že každý třetí respondent uvedl osobní zkušenost s ohrožením vlastní bezpečnosti v souvislosti s provozem těchto zařízení. Analýza odpovědí rovněž poukázala na převládající nespokojenost dotazovaných s problematikou parkování koloběžek na elektrický pohon ve veřejném prostoru.

# 3 NÁVRH NA ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI

Z provedeného dotazníkového šetření vyplynulo, že 31,5 % dotazovaných osob je nespokojeno se způsobem parkování koloběžek na elektrický pohon na chodnících. Autor této práce proto navrhuje tato opatření k zvýšení bezpečnosti elektromobility:

- Uzamykatelný stojan pro koloběžky na elektrický pohon (viz kapitola 3.1).
- Zákazové zóny (viz kapitola 3.2).
- Úprava infrastruktury (viz kapitola 3.3).
- Senzory pro detekci překážky (viz kapitola 3.4).

## 3.1 Stojan pro koloběžky na elektrický pohon

Pro koloběžky na elektrický pohon navrhuje autor této práce stojany s elektronickým zámkem. Stojany by fungovaly na stejném principu, jako když si uživatel půjčuje koloběžky na elektrický pohon nyní. Uživatel by pomocí aplikace naskenoval QR kód na stojanu a zámek by se odemknul. Po skončení jízdy by uživatel musel koloběžku na elektrický pohon zaparkovat zpátky do volného stojanu v jeho okolí. Toto opatření by zabránilo parkování koloběžek na elektrický pohon mimo vyhrazená místa. Stojan pro koloběžky je znázorněn na obrázku č. 21. Stojan se nachází před budovou fakulty chemicko-technologické Univerzity Pardubice nebo před Palácem Pardubice.

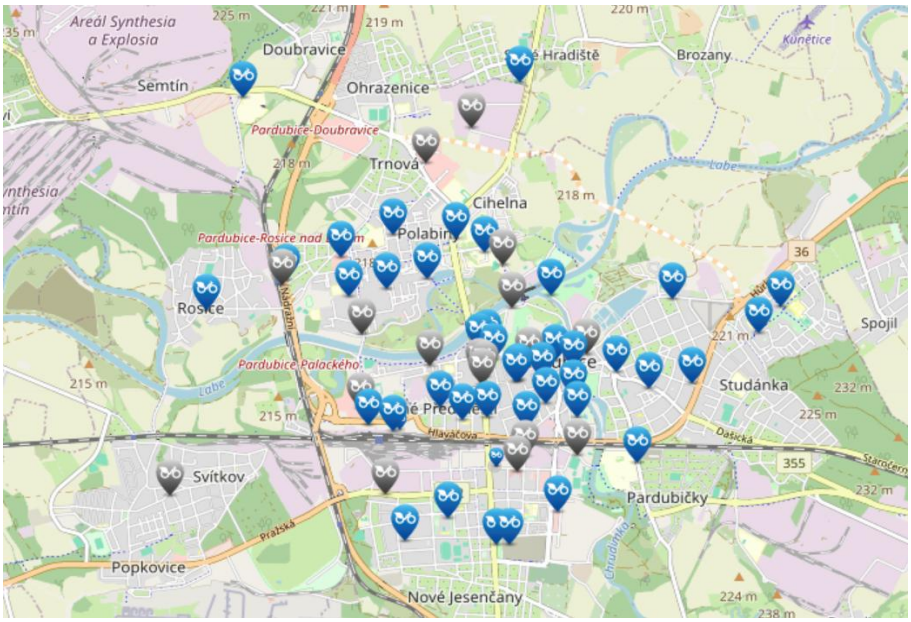
Zdroj: foto autor

Obrázek 21: Stojan pro koloběžky

Stojan může být vybaven nabíjecí stanicí. Nabíjecí stanice ve stojanu umožní uživatelům koloběžky na elektrický pohon připojit svá vozidla k nabíječce přímo ve stojanu. Tímto způsobem mohou uživatelé dobíjet své koloběžky na elektrický pohon přímo na veřejnosti, aniž by byli omezeni nedostatkem nabíjecích stanic. Celkově by nabíjení koloběžek na elektrický pohon přímo ze stojanu představovalo inovativní a efektivní řešení pro zlepšení

služeb pro uživatele koloběžek na elektrický pohon a podpořilo by ekologickou a udržitelnou dopravu ve městech.

Seznam stojanů ve městě by mohl být dostupný na stránkách města a v aplikaci pro mobilní telefony. Mapa by ukazovala i vytíženost stojanů, kde by uživatel hned věděl, kolik je volných parkovacích míst. Mapa by mohla být podobná té, jakou má firma Nextbike, která v Pardubicích provozuje přes 60 stanic pro zaparkování sdíleného kola. Mapa je znázorněna na obrázku č. 22.




Zdroj: (25)

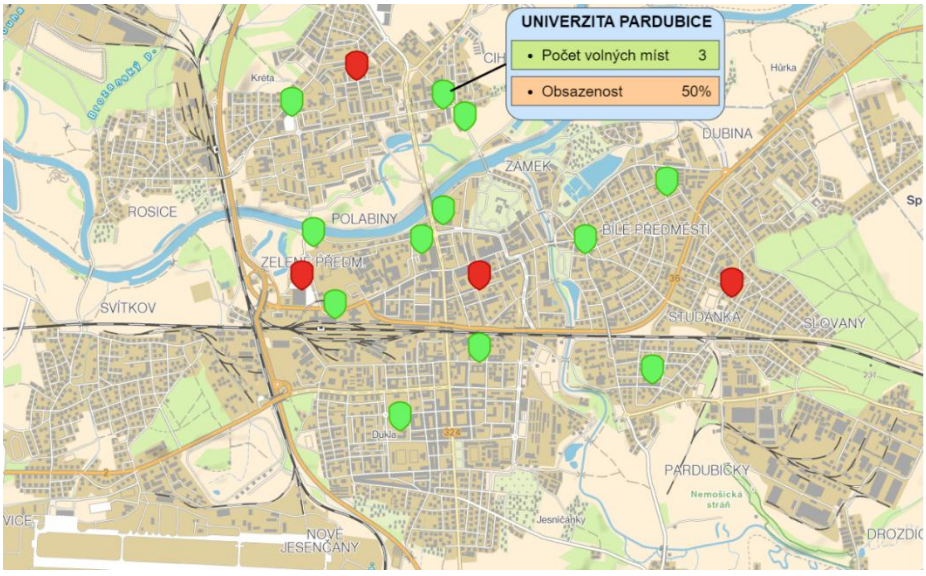
Obrázek 22: Mapa parkovacích míst pro kola Nextbike

Modře vyznačená místa na mapě indikují, že je v dané lokalitě k dispozici kolo na půjčení, což umožňuje uživatelům si snadno vypůjčit kolo pro své potřeby. Po kliknutí na jednotlivé stanice se navíc zobrazí počet volných kol k dispozici pro půjčení. Naopak šedivě vyznačená místa na mapě signalizují, že v této oblasti momentálně není k dispozici žádné kolo na půjčení. Na obrázku č. 23 je znázorněna mapa, která poskytuje přehled o aktuální dostupnosti kol v různých lokalitách.

Zdroj: (25)

Obrázek 23: Informace o dostupnosti kol na mapě

Na obrázku č. 24 je znázorněn návrh mapy pro stojany, který byl vytvořen autorem této práce. Po rozkliknutí konkrétního bodu na mapě se zobrazí důležité informace, jako je název stojanu, počet volných míst k stání a procentuální obsazenost tohoto stojanu, což uživatelům usnadní plánování jejich parkování. Stojany, které mají alespoň jedno místo volné, jsou na mapě vyznačeny zelenou barvou, což signalizuje, že je v této lokalitě možné najít dostupné místo pro zaparkování. Naopak stojany, kde není žádné volné místo k parkování, jsou zobrazeny červenou barvou, což uživatelům ukazuje, že v dané oblasti není možné zaparkovat. Tento návrh mapy přispívá ke zlepšení orientace řidičů a efektivnímu využívání parkovacích kapacit.




Zdroj: (26), úprava autor

Obrázek 24: Návrh mapy pro stojany

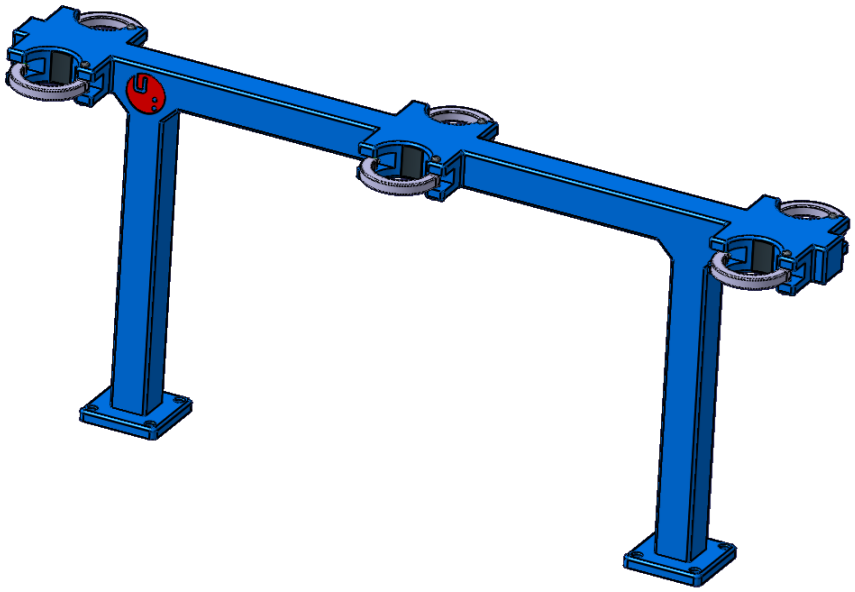
## Návrh stojanu pro koloběžky na elektrický pohon

Tělo stojanu bude vyrobeno z čtvercového jekl profilu o rozměrech 100 x 100 milimetrů. Tento profil byl zvolen pro svou vysokou pevnost a stabilitu, což je nezbytné pro zajištění bezpečnosti a funkčnosti stojanu. Stojan bude mít stabilní čtvercovou podstavu, jež zaručuje rovnoměrné rozložení hmotnosti a zvyšuje jeho stabilitu.

Podstava stojanu bude vybavena čtyřmi otvory, které budou sloužit k upevnění stojanu do země. Tímto způsobem se zajistí, že stojan bude pevně a bezpečně ukotven, což je důležité zejména v oblastech vystavených větru nebo jiným vnějším vlivům, které by mohly ovlivnit jeho stabilitu.

Pro názornost a lepší pochopení konstrukce byl zkonstruován autorem této práce 3D model stojanu znázorněn na obrázku č. 25. Vzhledem k použitým materiálům a konstrukčnímu zpracování je očekávána dlouhá životnost a minimální údržba stojanu, což přispěje k jeho praktickému využití v terénu.

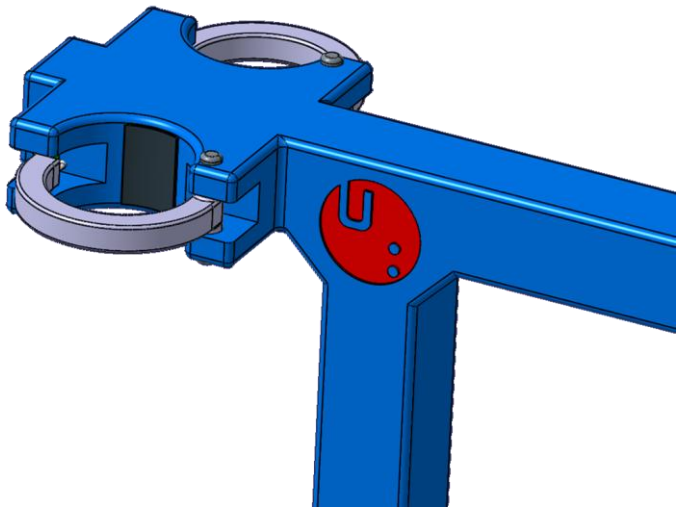
Bude důležité při výrobě zohlednit i povrchovou úpravu stojanu, která by měla chránit kov před korozí a prodloužit jeho životnost. Autor této práce doporučuje použít práškové lakování nebo galvanizaci, které zajistí kvalitní ochranu stojanu a udrží estetický vzhled stojanu po delší dobu.



Zdroj: autor

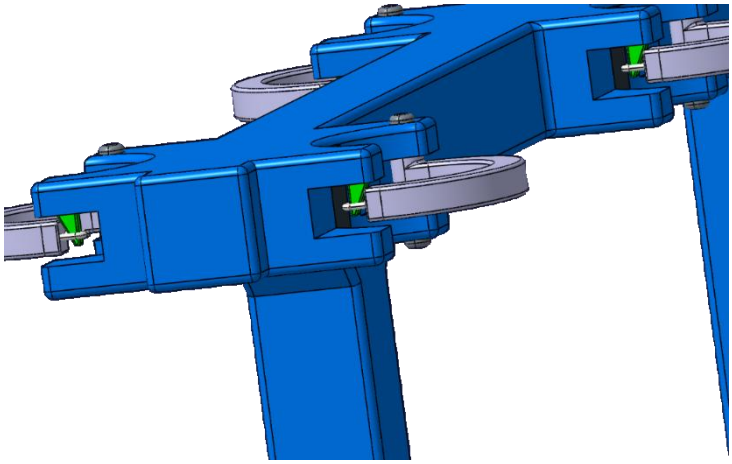
Obrázek 25: Návrh stojanu pro koloběžky na elektrický pohon

Na obrázku č. 26 a na obrázku č. 27 je znázorněný detail zamykání koloběžek na elektrický pohon do autorem této práce navrženého stojanu. Tento stojan, vybavený elektronickým zámkem, je inovativním řešením pro bezpečné parkování koloběžek. Uživatelé budou mít možnost ovládat zámek prostřednictvím mobilní aplikace, což přináší výrazné zjednodušení celého procesu zamykání a odemykání.



Zdroj: autor

Obrázek 26: Návrh stojanu pro koloběžky na elektrický pohon – detail uzamykacího mechanismu shora



Zdroj: autor

Obrázek 27: Návrh stojanu pro koloběžky na elektrický pohon – detail uzamykacího mechanismu ze strany

Cena navrženého stojanu se skládá z několika komponentů. Cena čtvercového jekl profilu o rozměrech 100 x 100 mm se pohybuje od 170 Kč do 760 Kč za 1 metr, přičemž cena závisí na tloušťce profilu – silnější profily jsou obvykle dražší. Na jeden stojan bude potřeba 2,7 metrů jekl profilu, což znamená náklady v rozmezí od 459 Kč do 2052 Kč. Autor této práce

zvolil tloušťku jekl profilu 5 mm, náklad za 2,7 metrů jekl profilu je 1035 Kč. Uvedené ceny jsou bez DPH. (27)

Cena jedné ocelové kotevní plotny o rozměrech 300 x 300 x 10 mm je 570 Kč. Pro navrhovaný stojan jsou potřeba dvě ocelové kotevní desky. Uvedené ceny jsou bez DPH. (28)

Průměrná mzda svářeče v České republice je 35 152 Kč. Svářeč si průměrně vydělá 220 Kč na hodinu. Časová náročnost pro vytvoření tohoto stojanu je odhadnuta autorem této práce na 3 hodiny. Na základě hodinové mzdy svářeče a odhadované délky výroby jednoho stojanu činí náklady na práci 660 Kč. Po započtení dalších nákladů ve výši 0,338 % z ceny práce, které zohledňují odvody zaměstnavatele spojené s výrobou jednoho kusu, se celkové náklady na práci zvýší na 662,23 Kč. (29)

Cena elektronického zámku, který autor této práce pro stojan vybral, je 240 Kč, přičemž pro navrhovaný stojan autorem této práce je zapotřebí 6 elektronických zámků, což činí celkem 1440 Kč. (30)

Pro upevnění stojanu je zapotřebí 8 kotevních šroubů. Autor této práce vybral kotevní šroub M10x250, přičemž cena za jeden šroub činí 76 Kč. Celková cena za všech 8 kotevních šroubů tedy bude 608 Kč. (31)

Autor této práce navrhuje povrchovou úpravu použít práškový lak. Celková cena za lak pro jeden stojan je 700 Kč. (40)

V tabulce č. 2 je znázorněný přehled potřebných položek pro výrobu navrhovaného stojanu.

Tabulka 2: Potřebné položky na stojan pro koloběžky na elektrický pohon

| **Položka** | **Počet kusů** | **Cena (bez DPH)** |
|---|---|---|
| jekl profil 100x100x5 (2,7 m) | --- | 1035 Kč |
| kotevní plotna 300x300x10 | 2 | 1140 Kč |
| elektronický zámek | 6 | 1440 Kč |
| kotevní šroub | 8 | 608 Kč |
| svářeč | --- | 662,23 Kč |

Celková odhadovaná cena stojanu je 4885,23 Kč.

## 3.2 Zákazové zóny ve městech

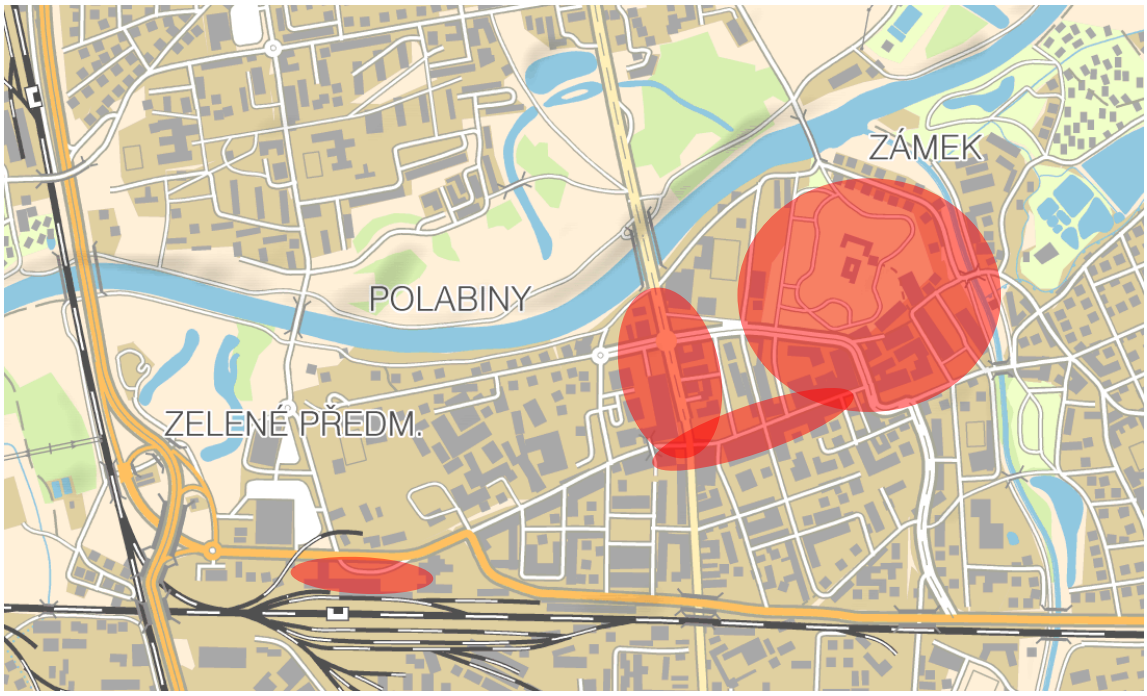
Z dotazníkového šetření vyplynulo, že 35 % respondentů zažilo situaci, při níž byla jejich bezpečnost ohrožena provozem elektrokol nebo koloběžek na elektrický pohon. V určitých oblastech města by mohly být vytvořeny zóny určené výhradně pro chodce. Jednalo by se především o místa s vysokou koncentrací lidí, jako jsou historické části města, náměstí nebo parky. V zónách by bylo užívaní koloběžek na elektrický pohon a elektrokol úplně zakázáno, nebo by mohl být zákaz upraven jen pro některé dny v týdnu. Zákazové zóny pro vjezd koloběžek na elektrický pohon a elektrokol by měly být jasně označeny dopravní značkou. Dopravní značka pro zákaz vjezdu koloběžek na elektrický pohon je na obrázku č. 28.

Zdroj: (32), úprava autor

Obrázek 28: Zákaz vjezdu koloběžek na elektrický pohon

Autor této práce navrhuje zavedení zákazových zón v historickém centru města Pardubice, konkrétně v okolí pardubického zámku, Pernštýnského náměstí a třídy Míru. Cílem těchto zón je omezit provoz koloběžek na elektrický pohon, čímž se zvýší bezpečnost pro chodce.

Další zákazovou zónu autor této práce plánuje v oblasti nákupního centra a pardubického hlavního nádraží, kde se shromažďuje velký počet lidí, zejména při odjezdech a příjezdech vlaků. Zóna u vlakového nádraží by byla zhotovena pouze v bezprostřední blízkosti hlavního nádraží. Na obrázku č. 29 jsou vyznačeny navrhované zákazové zóny v Pardubicích.




Zdroj: (33), úprava autor

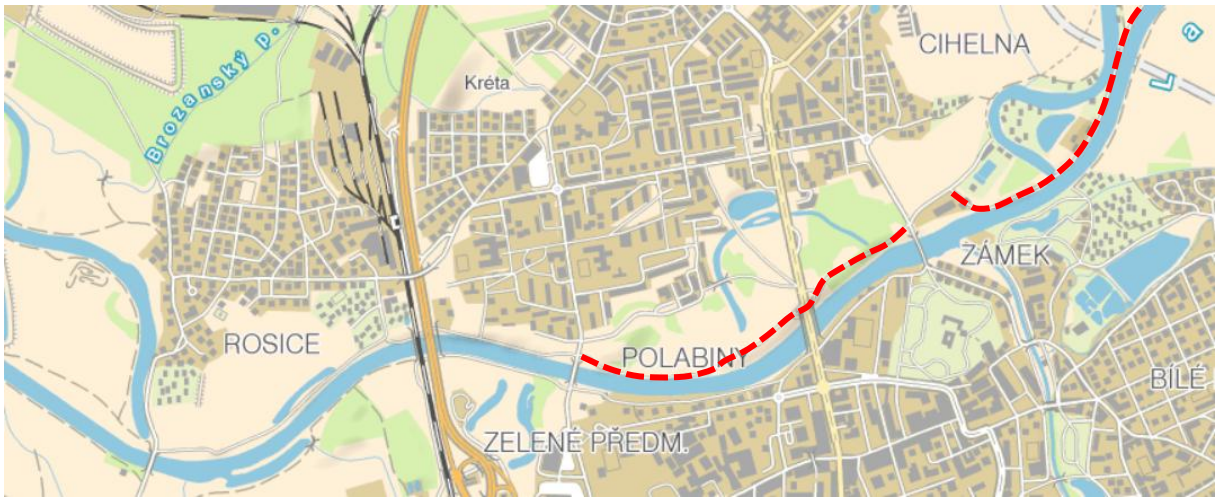
Obrázek 29: Návrh zákazových zón v Pardubicích

Kromě toho autor doporučuje zřízení zákazových zón v okolí mateřských a základních škol během vyučování. Tyto zóny jsou nezbytné pro ochranu dětí a snížení rizika srážek s uživateli koloběžek na elektrický pohon.

## 3.3 Infrastruktura

Infrastruktura je klíčový prvek při zlepšování bezpečnosti. Měly by být vytvořeny vyhrazené pruhy nebo stezky určené výhradně pro koloběžky na elektrický pohon nebo elektrokola. Tyto pruhy by byly odděleny od chodníků a cyklostezek, například zábradlím, nebo travnatým pásem, aby se zamezilo kontaktu koloběžky na elektrický pohon nebo elektrokola s chodcem. Tím by se zvýšila bezpečnost pro obě skupiny.

Autor této práce navrhuje ve městě Pardubice rozšířit cyklostezku kolem řeky Labe. Tento návrh je znázorněn na obrázku č. 30 čárkovanou červenou čárou. Tuto cyklostezku využívají cyklisti, chodci, lidé na in-line bruslích, ale také řidiči elektrokol a koloběžek na elektrický pohon. Cyklostezka by byla oddělena od chodníku, jako je v Pardubicích v Polabinách V, kde je také vysoká koncentrace lidí. Podobné rozšíření, by bylo možné i podél ulice Hradecká, od autorem této práce navržené zákazové zóny (viz kapitola 3.2). U zimního stadionu by mohl být instalovaný zamykatelný stojan pro koloběžky na elektrický pohon, navržen autorem této práce (viz kapitola 3.1.1).




Zdroj: (33), úprava autor

Obrázek 30: Návrh na rozšíření cyklostezky

## 3.4 Senzory pro detekci překážky

Koloběžky na elektrický pohon a elektrokola mohou být vybaveny bezpečnostními prvky, jako jsou senzory pro detekci překážky, systémem automatického brzdění nebo stabilizačními mechanismy pro snížení rizika pádu.

Senzory pro detekci překážky jsou důležitým prvkem u moderních vozidel. Existuje několik druhů senzorů, jako jsou ultrazvukové senzory, laserové senzory, radarové senzory, kamerové senzory.

Ultrazvukové senzory jsou jedny z nejběžnějších typů senzorů, které se používají k detekci překážky. Senzory fungují na principu vysílání ultrazvukových signálů, které se odrazí od okolních předmětů a jsou zachyceny senzorem. Na základě času, který trvá než se signál vrátí zpět k senzoru, je možné určit vzdálenost od překážky. Ultrazvukové senzory jsou schopny detekovat různé překážky, jako jsou například sloupy, lidé nebo jiná vozidla. (34)

Laserové senzory měří vzdálenost k předmětům s vysokou přesností a rychlostí. Laserové senzory fungují na principu vysílání laserového paprsku, který je nasměrován k překážce a poté je zachycen zpět senzorem. (35)

Radarové senzory využívají rádiové vlny k detekci překážky. Radarové senzory jsou schopny fungovat za různých povětrnostních podmínek a mají relativně dlouhý dosah. Jsou součástí systémů adaptivního tempomatu a asistenčních systémů při změně jízdního pruhu. (36)

Kamerové senzory jsou schopny získávat obrazová data o okolním prostředí a detekovat překážky na základě vizuální analýzy. Tyto senzory jsou často využívány pro systémy detekce chodců, cyklistů a pro asistenční systémy parkování. (37)

Senzory pro detekci překážky mohou upozornit řidiče několika způsoby:

- Vizuální indikací, kde senzory budou propojeny s displejem na řídítkách. Na displeji se zobrazí varovný symbol, který upozorní řidiče na překážku.
- Zvukovým signálem, kdy senzory upozorní řidiče na překážku pomocí tónu, sirény nebo hlasového varování.

Pokud řidič bude varování ignorovat a překážka se bude stále přibližovat, koloběžka na elektrický pohon nebo elektrokolo začne sama brzdit, aby nedošlo ke střetu s překážkou.

## 3.5 Řidiči elektrokol a koloběžek na elektrický pohon

Nedodržování pravidel silničního provozu ze strany řidičů může vést k vážným a nebezpečným situacím, které ohrožují bezpečnost všech účastníků silničního provozu. V městském prostředí můžeme často zaznamenat, že na koloběžce na elektrický pohon jedou dva lidé. Autor této práce byl sám svědkem při sčítání, jak na jedné koloběžce na elektrický pohon jsou dvě osoby. Tento jev však nese řadu rizik. Koloběžky na elektrický pohon jsou totiž konstruovány pro jízdu jedné osoby, což znamená, že jízda ve dvou může značně negativně ovlivnit stabilitu a ovladatelnost koloběžky.

Pokud na koloběžce jedou dvě osoby, může to vést k výraznému snížení stability. Důsledkem toho mohou být problémy při vyhýbání se překážkám nebo při manévrování v těsných prostorech, což se v hustě obydlených oblastech stává častým scénářem. Jízda ve více lidech také prodlužuje brzdnou dráhu, což znamená, že řidič potřebuje více času na zastavení, pokud je to nutné. Tato situace může být zvláště nebezpečná v blízkosti chodců, cyklistů nebo jiných vozidel, kde je rychlost reakcí klíčová.

Kromě toho, pokud je na koloběžce více než jedna osoba, řidič nemá dostatek prostoru pro správnou manipulaci a ovládání koloběžky. To může vést k neadekvátnímu rozložení váhy, což dále ztěžuje kontrolu nad vozidlem. Nepředvídatelné pohyby a chyby při ovládání koloběžky mohou vést k nehodám, které by mohly mít vážné následky pro všechny zúčastněné.

Je proto nezbytné, aby si řidiči uvědomili všechny tyto potenciální hrozby. Dodržování pravidel silničního provozu je klíčové pro zajištění bezpečnosti nejen pro samotné uživatele koloběžek, ale také pro chodce, cyklisty a další účastníky silničního provozu. Informovanost

a odpovědnost při používání koloběžek na elektrický pohon mohou výrazně přispět k prevenci nehod. V rámci této práce autor doporučuje městské policii Pardubice zavedení specializovaných hlídek zaměřených na provoz koloběžek na elektrický pohon, a to s prioritním zaměřením na oblasti s předpokládanou vyšší frekvencí jejich výskytu. Pro město Pardubice autor identifikoval následující potenciální lokality pro tyto hlídky: Palackého třída, Masarykovo náměstí, třída Míru, Tyršovy sady, Polabiny V, Hradecká ulice, náměstí Karla IV.

### 3.5.1 Alkohol

V České republice platí nulová tolerance alkoholu u všech řidičů, což se týká také řidičů elektrokol a koloběžek na elektrický pohon. Nicméně, zejména ve večerních hodinách, se stále setkáváme s případy, kdy řidiči elektrokol a koloběžek na elektrický pohon řídí pod vlivem alkoholu. Tento problém je alarmující, protože alkohol výrazně narušuje schopnosti potřebné k bezpečnému řízení.

Alkohol má prokazatelně negativní vliv na rychlost reakce řidiče, což se projevuje prodloužením reakční doby na okolní situace. Tento efekt může mít zásadní dopad na schopnost řidiče efektivně reagovat na změny v dopravním prostředí, což pak může vést ke zvýšenému riziku vzniku nehod. Řidič, který je pod vlivem alkoholu, může mít potíže s přesným odhadem rychlosti a vzdálenosti ostatních účastníků silničního provozu, což významně zvyšuje pravděpodobnost kolize. Kromě toho alkohol ovlivňuje motorické dovednosti a schopnost koordinace, což může vést k nedostatečné kontrole nad vozidlem. Řidič pod vlivem alkoholu může mít potíže s udržováním rovnováhy a správným směrem jízdy.

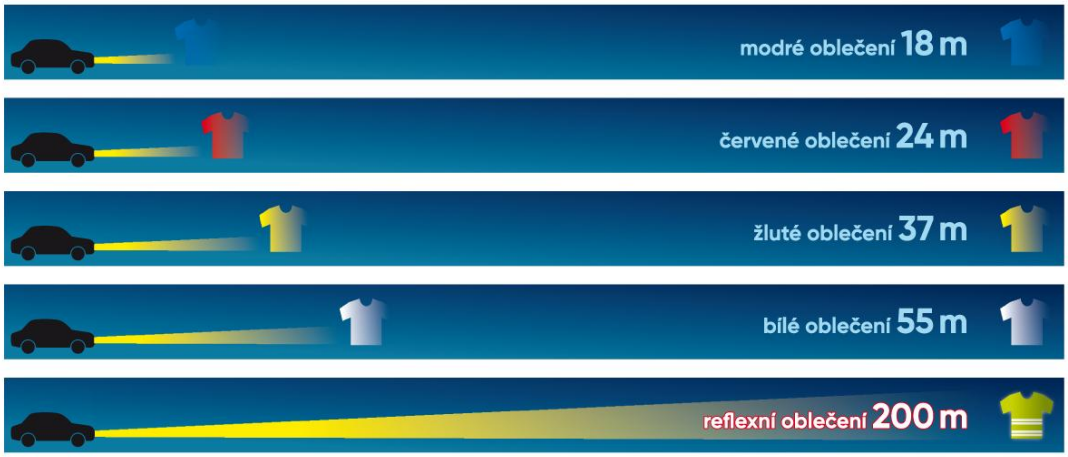
Vzhledem k těmto rizikům autor této práce navrhuje zvýšení kontrol řidičů elektrokol a koloběžek na elektrický pohon. Zvýšené kontroly by měly zahrnovat pravidelné policejní akce zaměřené na ověřování stavu řidičů a dodržování pravidel silničního provozu.

### 3.5.2 Bezpečnostní prvky

Jeden z nejzákladnějších bezpečnostních prvků v silničním provozu je přilba. V České republice je nošení přilby legislativně vyžadováno pouze pro účastníky silničního provozu do 18 let.

Dalším bezpečnostním prvkem jsou reflexní prvky. Reflexní prvky zvyšují viditelnost řidiče. Řidič, který používá reflexní prvky, je viditelný až na vzdálenost kolem 200 metrů. Vliv barvy oblečení a reflexních prvků na viditelnost je znázorněna na obrázku č. 31. Za špatné viditelnosti by měli řidiči elektrokol a koloběžek na elektrický pohon používat:

- Reflexní vestu, která je vybavena širokým pruhem z reflexního materiálu.
- Reflexní pásky, které si řidič nasadí na paže, nebo na nohy. Reflexní pásek si může řidič také připnout na řídítka.
- Ostatní reflexní prvky (praporky, nášivky, samolepky, přívěšky atd.).




Zdroj: (38)

Obrázek 31: Vliv barvy oblečení a reflexních prvků na viditelnost

## 3.6 Přínosy návrhů na zvýšení bezpečnosti

Při zvažování všech návrhů by jistě hrála na jedné straně roli částka a na druhé straně, o kolik bude zvýšena bezpečnost chodců i uživatelů elektrokol a koloběžek na elektrický pohon.

U výše zmíněných návrhů by bylo potřeba použití financí. Nejvyšší částka by pravděpodobně byla na návrhy ohledně infrastruktury, kdy by musely být vybudovány nové trasy pouze pro koloběžky na elektrický pohon a elektrokola Bylo by to nejen finančně, ale i technicky velmi náročné.

V případě návrhu na vytvoření aplikace na parkovací místa si autor práce myslí, že by se peníze vynálezci či výrobci vrátily, neboť by tato aplikace měla u uživatelů úspěch a také byla značným přínosem, co se týče parkování.

Při zavedení zákazových zón by bylo potřeba financí nejméně, ale otázkou by bylo, zda by tyto zóny byly dodržovány, kdyby nad nimi nebyl dohled.

Co se týče senzorů pro detekci překážky, bylo by dobré zvážení jejich zabudování do koloběžek již při výrobě. Senzory zvyšují nejen bezpečnost chodců, ale také uživatelů koloběžek na elektrický pohon.

# ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá elektromobilitou a bezpečností chodců. První kapitola této práce se zabývá právními předpisy. Jsou zde vypsány předpisy pro koloběžky na elektrický pohon a jednotlivé požadavky na jejich vlastníky a řidiče. Dále jsou zde vypsány předpisy pro elektrokola. Tato kapitola rovněž obsahuje rozdělení koloběžek na elektrický pohon na městské a terénní koloběžky a rozdělení elektrokol na městská, horská, treková a skládací elektrokola.

Druhá kapitola obsahuje výsledky průzkumu spokojenosti s elektromobilitou. Z odpovědí je patrné, že i když většina dotazovaných (88 %) elektrokola ani koloběžky na elektrický pohon nevlastní, setkává se s nimi většina téměř denně. Každý třetí dotazovaný dokonce řekl, že byla ohrožena jeho bezpečnost. Právě proto jsou ve třetí kapitole popsána opatření, aby bezpečnost chodců ohrožována nebyla. Co se týče spokojenosti chodců s bezpečností, většina (35,5 %) odpověděla, že není spokojena ani nespokojena, což samo o sobě nic nevypovídá, ovšem nejnižší procenta (12,1 %) se ukázala u odpovědi, že by byli zcela spokojeni. Proto by se mělo udělat vše proto, aby tuto odpověď v budoucnu zvolilo co nejvíce lidí. Při poslední otázce 31,5% dotazovaných vyjádřila svou nespokojenost při parkování koloběžek na elektrický pohon a elektrokol. Opatření na zlepšení parkování jsou zmíněna v následujícím odstavci.

Závěrečná třetí kapitola se zabývá zvýšením bezpečnosti pro chodce. Jsou zde navržena opatření, která by například zamezila povalování koloběžek na elektrický pohon na jakémkoliv místě. Tato opatření jsou navržena ve formě stojanů, do kterých by musely být tyto koloběžky parkovány. Dalším opatřením autor navrhuje zavedení zákazových zón, a to zejména v částech města, kde je nejvyšší koncentrace chodců, například na náměstích. Co se týče infrastruktury, bylo navrženo oddělení stezek pro koloběžky na elektrický pohon a elektrokola pomocí zábradlí, čímž by se zamezilo srážkám s chodci. Byly zde také navrženy různé druhy senzorů (ultrazvukové, laserové, radarové, kamerové), které by dokázaly řidiče upozornit na překážku a v případě neuzpůsobení své jízdy, by byla koloběžka na elektrický pohon či elektrokolo zastaveno. Dále je zde popsáno nedodržování pravidel silničního provozu, a to zejména konzumací alkoholu před jízdou. Proto by měly být zavedeny častější kontroly. Poslední část této kapitoly tvoří bezpečnostní prvky, které jsou doporučovány všem uživatelům koloběžek na elektrický pohon a cyklistům, a to zejména při zhoršené viditelnosti.

# SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ


(1) TISKOVÁ ZPRÁVA Svazu dovozců automobilů k registracím vozidel v ČR 3/2025 [online]. [cit. 2025-04-06]. Dostupné z: https://portal.sda-cia.cz/index.php?l=sda.

(2) Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM [online]. [cit. 2025-04-06]. Dostupné z: https://www.cistadoprava.cz/registrace-vsech-cistych-vozidel-v-cr-dle-nap-cm/.

(3) VRCHOTA, Matouš. Jaká jsou v Česku zvýhodnění pro majitele elektromobilů v roce 2024? [online]. [cit. 2024-06-10]. Dostupné z: https://elektrickevozy.cz/clanky/elektromobily-vyhody-a-zvyhodneni-v-roce-2024.

(4) Zákona č. 361/2000 Sb. Zákon o silničním provozu [cit. 2025-04-11]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361?text=č.+361%2F2000+sb.

(5) Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 168/2013. O schvalování dvoukolových nebo tříkolových vozidel a čtyřkolek a dozoru nad trhem s těmito vozidly [online]. [cit. 2024-03-02]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32013R0168.

(6) Elektrokoloběžky v silničním provozu [online]. [cit. 2025-04-13]. Dostupné z: https://policie.gov.cz/clanek/or-mlada-boleslav-zpravodajstvi-elektrokolobezky-v-silnicnim-provozu.aspx.

(7) Elektrokoloběžky a legislativa – jaká pravidla musíte dodržovat? [online]. [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: https://www.vzdusin.cz/elektrokolobezky-a-legislativa.

(8) Vyhlášky č. 153/2023 Sb. Vyhláška o schvalování technické způsobilosti vozidel a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích [cit. 2025-04-11]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2023-153.

(9) Elektrokoloběžka SEGWAY NINEBOT MAX G2 E [online]. [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: https://www.budbiker.cz/Elektrokolobezka-SEGWAY-NINEBOT-MAX-G2-E-d15155.htm.

(10) Jaké existují druhy elektrokoloběžek? [online]. [cit. 2024-04-16]. Dostupné z: https://www.allianz.cz/cs_CZ/blog/domacnost-a-mobilita/jake-jsou-druhy-elektrokolobezek.html.

(11) Elektrokoloběžka Xiaomi Mi Electric Scooter Essential Black [online]. [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: https://www.mp.cz/elektrokolobezka-xiaomi-mi-electric-scooter-essential-black-p-112416.

(12) Terénní elektrokoloběžka TIGRÄH [online]. [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: https://www.goem.cz/tigrah/.

(13) KATEGORIE & TYPY ELEKTROKOL [online]. [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: https://www.kubasport.cz/kategorie-elektrokol.

(14) Městské elektrokolo Maxbike Urbea 28" [online]. [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: https://www.cyklonovak.cz/elektrokola/mestske-elektrokolo-maxbike-urbea-28/.

(15) Celoodpružené horské elektrokolo Trek Rail 9.7 [online]. [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: https://www.kola-radotin.cz/celoodpruzene-horske-elektrokolo-trek-rail-97-miami-greennautical-navy.

(16) Trekové elektrokolo Haibike SDURO Trekking 5 [online]. [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: https://www.naelektrinu.cz/Trekove-elektrokolo-Haibike-SDURO-Trekking-5-panske-XXL-2021-d1687_17493020.htm.

(17) SKLÁDACÍ ELEKTROKOLO GOCYCLE G4 [online]. [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: https://www.spectrumbike.cz/fitness-elektrokola/gocycle-g4-skladaci-kolo/.

(18) Dojezd, kapacita, životnost a vše, co chcete vědět o bateriích pro elektrokola [online]. [cit. 2024-06-20]. Dostupné z: https://www.mojekolo.cz/magazin/tipy-a-rady/baterie-pro-elektrokola-vsechno-co-jste-kdy-chteli-vedet/.

(19) Lithium iontový (Li-ion) akumulátor, Lithium Polymerové (Li-Pol) akumulátory [online]. [cit. 2024-06-20]. Dostupné z: https://coptel.cz/pluginfile.php/18031/mod_resource/content/1/li-ion%2Cli-pol.pdf.

(20) Vše o bateriích pro elektrokola [online]. [cit. 2024-06-20]. Dostupné z: https://ekolo.cz/baterie-elektrokola.

(21) Li-Pol baterie 1500mAh, 3.7V, 803450, 3 vodiče [online]. [cit. 2024-06-20]. Dostupné z: https://ampul.eu/cs/baterie/5249-li-pol-baterie-1500mah-37v-803450-3-vodice?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwsuSzBhCLARIsAIcdLm5GMTT-GkbZlPJPEfdQDVe2Upn09qVSCx5imd4QZaPSQ1nxuwDLa2QaAmCfEALw_wcB.

(22) Veřejný pořádek [online]. [cit. 2025-02-15]. Dostupné z: https://pardubice.eu/verejny-poradek.

(23) Na chodnících se postupně objevují vyznačená stání pro elektrokoloběžky [online]. [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: https://pardubice.eu/na-chodnicich-se-postupne-objevuji-vyznacena-stani-pro-elektrokolobezky.

(24) Elektrokoloběžky na území města čekají přísnější pravidla [online]. [cit. 2024-10-07]. Dostupné z: https://pardubice.eu/elektrokolobezky-na-uzemi-mesta-cekaji-prisnejsi-pravidla.

(25) *Pardubice*. Online. Nextbike. 2024. [cit. 2024-03-24]. Dostupné z: https://www.nextbikeczech.com/mesto/pardubice/.

(26) Mapy Idnes [online]. 2024. Dostupné z: https://mapy.idnes.cz.

(27) Jekly 100x100 [online]. [cit. 2025-03-28]. Dostupné z: https://www.atreon.cz/jekl-100x100/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=S_E_jekly-celáČR&utm_id=20274166463&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwtJ6_BhDWARIsAGanmKfMaX2sDrYjGu_vuD0x4iz_kgEmzCkpk8JlJnwJw89gOgrDuWq9PWQaAopaEALw_wcB.

(28) Kovová plotna 300x300x10 mm [online]. [cit. 2025-03-28]. Dostupné z: https://eshop.zamecnictvi-pluhar.cz/p/kovova-plotna-300x300x10mm?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwtJ6_BhDWARIsAGanmKfOlpZLcfRvpcYoAL0e5Eb7biLAAuVrQyJUHgRIndoUEDCTZIJ6EuAaAgeMEALw_wcB.

(29) Svářeč platy [online]. [cit. 2025-03-28]. Dostupné z: https://cz.jooble.org/salary/svářeč.

(30) Elektromagnetický zámek na dvířka [online]. [cit. 2025-03-28]. Dostupné z: https://ampul.eu/cs/elektromagneticke-zamky/5228-5546-elektromagneticky-zamek-na-dvirka-s-moznosti-kontr?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwtJ6_BhDWARIsAGanmKcfN-Wx7rsbug5mC98_rtz_eKhBxdGLCiCC4XL-KONOY6BbxE8caRYaAlgHEALw_wcB#/111-napeti-3_v_dc.

(31) Kotevní šroub Fischer RG M 10x250 [online]. [cit. 2025-03-28]. Dostupné z: https://www.kotvy.cz/kotevni-sroub-fischer-rg-m-10x250.

(32) MAJURNÍK, Jan, 2023. Nové dopravní značky pro rok 2024: Poznejte ty nové i úpravy stávajících [online]. Dostupné z: https://www.garaz.cz/clanek/servis-legislativa-nove-dopravni-znacky-pro-rok-2024-poznejte-ty-nove-i-upravy-stavajicich-21011244.

(33) Mapy Idnes [online]. 2025. Dostupné z: https://mapy.idnes.cz.

(34) Ultrazvukové senzory [online]. [cit. 2025-03-01]. Dostupné z: https://autosen.com/cs/Snimace-polohy/Ultrazvukove-senzory.

(35) Laserové senzory vzdálenosti [online]. [cit. 2025-03-01]. Dostupné z: https://autosen.com/cs/Snimace-polohy/Opticke-senzory/Laserove-snimace-vzdalenosti?srsltid=AfmBOopPVVOSGFPGY_6YoH77PBnP1fPF7ioF1J240BBvKLFy2kQY19xx.

(36) Radarové senzory [online]. [cit. 2025-03-01]. Dostupné z: https://www.sick.com/cz/cs/vyrobky/lidar-a-radarove-senzory/radarove-senzory/c/g575803.

(37) Kamerové senzory [online]. [cit. 2025-03-01]. Dostupné z: https://www.keyence.eu/cscz/products/vision/vision-sensor/.

(38) Cyklisto buď vidět! [online]. [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: https://www.tymbezpecnosti.cz/stranky/125/.

(39) E-dálnice aktuální ceník [online]. [cit. 2025-04-22]. Dostupné z: https://edalnice.cz/cenik/index.html.

(40) Finkous, Jan. 2025-02-04. *Odhad ceny za práškový lak stojanu*. Mailová komunikace.