

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

## ODBOR ZNALECTVÍ VE STROJÍRENSTVÍ, ANALÝZA DOPRAVNÍCH NEHOD A OCEŇOVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL

DEPARTMENT OF EXPERTISE IN MECHANICAL ENGINEERING, ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS AND  
VEHICLE ASSESSMENT

## VYBRANÁ PROBLEMATIKA POHYBU ELEKTRICKY POHÁNĚNÝCH OSOBNÍCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

SELECTED ISSUE OF ELECTRIC PERSONAL MEANS OF TRANSPORT MOVEMENT

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Dalibor Konečný

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

BRNO 2023



# Zadání diplomové práce

Student:	<b>Ing. Dalibor Konečný</b>
Studijní program:	Expertní inženýrství v dopravě
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	<b>Ing. Albert Bradáč, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2022/23
Ústav/odbor:	Odbor znalectví ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## **Vybraná problematika pohybu elektricky poháněných osobních dopravních prostředků**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Úkolem práce je teoreticky představit konstrukci a odlišnosti koncepce a specifika pohybu, zvláštnosti a specifika jízdy, provést měření akceleračních, brzdných a vybraných vyhybacích manévrů s cílem popsat základní technické odlišnosti a vlivy na měřitelné hodnoty, vyhodnotit měření a na základě měření formulovat doporučení pro znalecké posuzování pohybu osob na těchto prostředcích.

### **Cíle diplomové práce:**

- teoreticky připravit problematiku a popsat specifika takových dopravních prostředků včetně právní úpravy v různých zemích,
- popsat podrobně jednotlivé druhy a typy a zejména podstatné odlišnosti elektrických osobních přepravníků bez automatické stabilizace,
- připravit a realizovat komplexní měření vybraných jízdních manévrů takových prostředků,
- vyhodnotit výsledky,
- formulovat doporučení, vlivy a specifika pro znalecké posuzování nehod za účasti těchto prostředků.

### **Seznam literatury:**

BRADÁČ, A. a kol. Soudní inženýrství. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 1997. ISBN 80-7204-057-X. s. 719

BURG, H., MOSER A. Handbuch Verkehrsunfall-rekonstruktion – Unfallaufnahme – Fahrdynamik – Simulation, 1. vydání 2007, Vieweg, ISBN 978-3-8348-0172-2. s. 952.

HUGEMANN, W. a rozsáhlý autorský tým. Unfall-rekonstruktion, dva svazky, 1. vydání, 2007. ISBN 3-00-019419-3. s. 1238.

KOLEKTIV AUTORŮ. Wypadki drogowe – Vademecum biegłego sadowego, wydawatelství Instytutu Ekspertys sadowych, Krakov 2010. ISBN 83-87425-32-X. s. 1094.

RIVERS, Robert W. Evidence in traffic crash investigation and reconstruction. Springfield : Charles C Thomas Publisher, 2006. str. 295. 1. vydání. ISBN 978-0-398-07644-8.

JANÍČEK, Přemysl. Systémové pojetí vybraných oborů pro techniky - hledání souvislostí. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2007. str. 1234. Sv. 1+2, 1. vydání. ISBN 978-80-7204-554-9.

RÁBEK, Vlastimil. Vybrané postupy analýzy dopravních nehod. Žilina, EDIS - vydavatelství Žilinské univerzity, 2009. str. 217. VPRA-SCP-2009-06-02.

Související právní předpisy, případně další podklady předložené vedoucím práce.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.  
vedoucí odboru

---

prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., LL.M.  
ředitel

### **Abstrakt**

Diplomová práce Vybraná problematika pohybu elektricky poháněných dopravních prostředků je rozdělena do tří hlavních částí. Teoretická část se zabývá popisem elektrických kol, elektrokoloběžek a elektrických skateboardů. Dále také právní úpravou, tuningem a problematikou spojenou s těmito dopravními prostředky. Druhá část se věnuje současnému stavu poznání v této oblasti. Poslední část je věnována praktickému měření, konkrétně brzdění, akceleraci, rozjezdům do oblouků, průjezdům oblouky, příčnému přemístění a vychýlení se při ohlížení. Při měření bylo k dispozici 10 elektrokoloběžek, na kterých jelo 9 různých jezdců a 6 elektrokol, na kterých jelo 12 různých jezdců. V závěru práce je provedeno celkové vyhodnocení.

### **Abstract**

Diploma thesis The selected issue of electric personal means of transport movement is divided into three main parts. The theoretical part deals with the description of electric bicycles, electric scooters and electric skateboards. Furthermore, legislation, tuning and issues related to these means of transport. The second part is devoted to the current state of knowledge in this area. The last part is devoted to practical measurement, namely braking, acceleration, acceleration into curves, going through curves, transverse movement and deflection when looking back. There were 10 e-scooters with 9 different riders and 6 e-bikes with 12 different riders. At the end of the work, an overall evaluation is made.

### **Klíčová slova**

Elektrokolo, elektrokoloběžka, elektrický skateboard, právní úprava, zrychlení, zpomalení

### **Keywords**

Electric bicycle, electric scooter, electric skateboard, legislation, acceleration, deceleration

### ***Bibliografická citace***

KONEČNÝ, Dalibor. Vybraná problematika pohybu elektricky poháněných osobních dopravních prostředků [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/144382>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znaleství ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce Albert Bradáč.

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Vybraná problematika pohybu elektricky poháněných dopravních prostředků jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského 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, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně .....

.....

Podpis autora

### ***Poděkování***

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Albertu Bradáčovi, Ph.D. za odborné rady a věnovaný čas při konzultacích. Dále bych rád poděkoval všem jezdcům, kteří se zúčastnili měření a panu Richardu Švecovi ze společnosti Voltride za zapůjčení elektrických koloběžek. Velký díky také patří mé rodině, která mě podporovala během celé doby studia.



# OBSAH

OBSAH.....	9
1 ÚVOD .....	12
2 TEORETICKÁ ČÁST .....	14
2.1 Doprava a dopravní prostředky .....	14
2.2 Elektrokolo .....	14
2.2.1 Historie.....	14
2.2.2 Konstrukce jízdního kola .....	15
2.2.3 Pedelec a E-bike .....	19
2.2.4 Elektropohon.....	19
2.2.5 Řídící jednotky.....	20
2.2.6 Displej .....	21
2.2.7 Baterie.....	21
2.2.8 Typy elektrokol.....	23
2.3 Elektrokoloběžka .....	24
2.3.1 Baterie.....	25
2.3.2 Brzdy .....	26
2.3.3 Řídící jednotka .....	27
2.3.4 Rám .....	27
2.3.5 Deck.....	27
2.3.6 Řídítka.....	28
2.3.7 Světla.....	28
2.3.8 Motor .....	29
2.3.9 Tyč řízení.....	30
2.3.10 Pneumatiky .....	30
2.3.11 Odpružení.....	31
2.3.12 Typy elektrokoloběžek.....	32
2.4 Elektrický skateboard.....	34
2.4.1 Deska.....	34
2.4.2 Trucky.....	35
2.4.3 Kolečka.....	35
2.4.4 Ložiska .....	35
2.4.5 Motor .....	36
2.4.6 Baterie.....	36

2.4.7	<i>Řídící jednotka</i> .....	36
2.4.8	<i>Dálkové ovládání</i> .....	36
2.5	Právní úprava.....	37
2.5.1	<i>Evropská právní úprava</i> .....	37
2.5.2	<i>Česká právní úprava</i> .....	38
2.5.3	<i>Slovenská právní úprava</i> .....	44
2.5.4	<i>Rakouská právní úprava</i> .....	46
2.5.5	<i>Německá právní úprava</i> .....	47
2.5.6	<i>Polská právní úprava</i> .....	48
2.5.7	<i>Dánská právní úprava</i> .....	50
2.5.8	<i>Francouzská právní úprava</i> .....	51
2.5.9	<i>Španělská právní úprava</i> .....	52
2.5.10	<i>Švýcarská právní úprava</i> .....	53
2.6	Tuning/čipování.....	54
2.6.1	<i>Elektrokola</i> .....	54
2.6.2	<i>Elektrokoloběžky</i> .....	57
2.7	Problematika .....	59
2.7.1	<i>Elektrokola</i> .....	59
2.7.2	<i>Elektrokoloběžky</i> .....	62
2.7.3	<i>Elektrické skateboardy</i> .....	65
2.7.4	<i>Shrnutí</i> .....	65
3	SOUČASNÝ STAV .....	66
3.1	Elektrokola .....	66
3.2	Elektrokoloběžky.....	66
3.3	Elektrické skateboardy .....	70
4	PRAKTICKÁ ČÁST .....	72
4.1	Místo měření.....	72
4.2	Teoretický rozbor experimentu .....	73
4.2.1	<i>Akcelerace na rovině</i> .....	73
4.2.2	<i>Brzdění</i> .....	74
4.2.3	<i>Rozjezd do oblouku</i> .....	74
4.2.4	<i>Průjezd obloukem</i> .....	75
4.2.5	<i>Přemístění dvěma oblouky</i> .....	76
4.2.6	<i>Vychýlení se při ohlížení</i> .....	76
4.3	Parametry dopravních prostředků a charakteristika jezdců.....	77

4.3.1	<i>Elektrokoloběžky</i> .....	77
4.3.2	<i>Elektrokola</i> .....	88
4.4	Technika využítá pro experiment.....	94
4.5	Výsledky měření – Elektrokoloběžky .....	95
4.5.1	<i>Brzdění</i> .....	95
4.5.2	<i>Akcelerace</i> .....	102
4.5.3	<i>Rozjezd do oblouku</i> .....	105
4.5.4	<i>Průjezd obloukem</i> .....	112
4.5.5	<i>Vychýlení se při ohlížení</i> .....	115
4.5.6	<i>Příčné přemístění</i> .....	117
4.6	Výsledky měření – Elektrokola.....	122
4.6.1	<i>Brzdění</i> .....	122
4.6.2	<i>Akcelerace</i> .....	128
4.6.3	<i>Rozjezd do oblouku</i> .....	131
4.6.4	<i>Průjezd obloukem</i> .....	138
4.6.5	<i>Vychýlení se při ohlížení</i> .....	141
4.6.6	<i>Příčné přemístění</i> .....	143
5	ZÁVĚR.....	148
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	154
	SEZNAM TABULEK .....	161
	SEZNAM GRAFŮ .....	162
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	165
	SEZNAM PŘÍLOH .....	167

# 1 ÚVOD

Elektromobilita v posledních několika letech zažívá obrovský boom, a to nejen v oblasti automobilové dopravy, ale i v tzv. mikromobilitě do které patří dopravní prostředky jako jsou elektrokola, elektrokoloběžky, elektrické skateboardy, jednokolky aj. Za tímto trendem můžeme vidět dva hlavní důvody, kterými jsou ekologie a dostupnost. Z pohledu ekologie se Evropa přijetím Green dealu zavázala k omezování globálního oteplování. Cílem je do roku 2030 omezit skleníkové plyny o 55 % oproti roku 1990 a v roce 2050 být uhlíkově neutrální. Právě doprava má značný podíl na znečišťování ovzduší, a to především ve městech. Ke snížení skleníkových plynů by měly přispět právě již zmíněné elektrifikované dopravní prostředky spadající do mikromobility. Takovéto dopravní prostředky se mohou jevit jako ideální řešení pro dojíždění do práce, školy či za zábavou v přeplněných městech nebo v případě elektrokol jako sportovní náčiní, díky kterému je jezdec schopen polykat kilometry s menší námahou.

Za popularitou těchto dopravních prostředků stojí především jejich dostupnost. Nejlevnějším způsobem, jak jich využít je skrze společnosti, které se zabývají jejich sdílením, to platí především pro elektrické koloběžky. Jezdec si pak takovou jízdu může užít doslova za pár korun. Alternativou je zakoupení jakéhokoliv stroje dostupného na trhu. Výběr je opravdu široký, ať už se jedná o již zmíněné elektrokoloběžky, elektrokola, elektrické skateboardy či různá samobalanční zařízení. Cena se pohybuje od jednotek tisíc po částky přesahující sto tisíc korun. Za nízkou cenou stojí především fakt, že většina komponent je vyrobena v Číně a také to, že v této oblasti dochází k neustálému pokroku, který výrobu postupně zlevňuje.

Rozmach mikromobility s sebou přinesl též řadu problému, a to především v oblasti bezpečnosti. Najednou jsou zde drobné elektrické dopravní prostředky, které jsou schopny vyvinout rychlosti převyšující zákonem povolených 25 km/h, na které ostatní účastníci provozu nejsou zvyklí. Též často jezdci ani nedodržují pravidla pro provoz těchto dopravních prostředků. Na jedné straně kvůli tomu, že je neznají a na druhé straně, že je jednoduše ignorují. Dalším problémem pramení z toho, že legislativa nestíhá reagovat na nově vznikající elektricky poháněné dopravní prostředky, z čehož plynou nejasnosti.

Tato diplomová práce s názvem *Vybraná problematika pohybu elektricky poháněných dopravních prostředků* je rozdělena do tří hlavních částí. První část je věnována teoretickým východiskům práce. Druhá část se věnuje současnému stavu a třetí část se zabývá praktickým měřením.

V teoretické části je nejdříve popsána konstrukce elektrokol, elektrokoloběžek a elektrických skateboardů. Následně je v ní rozebrána právní úprava provozu těchto dopravních prostředků jak v České republice, tak i v jiných vybraných státech Evropy. Další téma se věnuje velmi populárnímu upravování rychlosti tzv. tuningu či čipování. V závěru je nastíněna problematika spojená s užíváním těchto dopravních prostředků.

Druhá část diplomové práce je věnována popisu současného stavu v oblasti měření dynamiky elektrických kol, elektrokoloběžek a elektrických skateboardů.

Třetí část se věnuje měření, při kterém byly provedeny zkoušky akcelerace a brzdění. Dále jsou zde vyhodnoceny rozjezdy do oblouků, které mají simulovat rozjezdy do křižovatek. Další zkoumanou oblastí je jízda obloukem, přemístění dvěma oblouky a vychýlení z dráhy při ohlížení. V této části je popsán průběh, způsob provedení, podmínky a vyhodnocení měření.

## **2 TEORETICKÁ ČÁST**

Tato část diplomové práce se zabývá vymezením základních pojmů týkajících se vybraných elektricky poháněných osobních dopravních prostředků. Jsou zde rozebrány jednotlivé typy, mezi které patří elektrokola, elektrokoloběžky a elektrické skateboardy. Dále je zde popsáno konstrukční řešení těchto dopravních prostředků, právní úprava v České republice a jiných státech a problematika provozu.

### **2.1 DOPRAVA A DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY**

Dopravu lze považovat za jednu z oblastí hmotné výroby, která dokáže uspokojit značně rozsáhlé potřeby přemístění osob nebo věcí. Právě díky dopravě vznikají vztahy mezi výrobou a spotřebou nebo různými oblastmi ať již na území daného státu nebo mimo ně. Doprava je tedy: „úmyslný pohyb (jízda, plavba, let) dopravních prostředků po dopravních cestách nebo činnost dopravních zařízení, kterými se uskutečňuje přeprava.“ Dopravu lze členit podle charakteru dopravní cesty a dopravních prostředků na železniční, silniční vnitrozemskou vodní, námořní, leteckou či nekonvenční (potrubní apod.). Lze ji také rozdělit na veřejnou či neveřejnou, osobní či nákladní a vnitrostátní nebo mezinárodní. [1]

Dopravní prostředek lze definovat jako: „technický prostředek, jehož pohybem se uskutečňuje doprava“. Pomocí těchto prostředků se uskutečňuje přeprava osob či zboží. Dopravní prostředky se dělí podle druhu dopravy. V železniční dopravě jsou dopravní prostředky rozděleny do dvou skupin a to hnané (osobní a nákladní vozy) a hnací (lokomotiva a motorové vozy). Silniční dopravu lze rozdělit na motorová vozidla (osobní automobily, autobusy, tahače, motocykly, elektrokola atd.), nemotorová vozidla (kola, koloběžky, přívěsy, návěsy) a jízdní soupravy. Jako dopravní prostředek lze počítat též jakýkoliv druh lodě či letounu. [1]

### **2.2 ELEKTROKOLO**

#### **2.2.1 Historie**

Nápad, který kombinuje cyklistické kolo s elektropohonem, je starý již více než sto let. Svědčí o tom důkazy patentových úřadů ve vyspělých zemích Evropy či USA. Mezi první americké konstruktéry patří Hosea W. Libbey. Předmětem jeho patentu bylo kolo s elektromotorem, který byl umístěn nad středovou osou s klikami. Avšak od těchto prvotních pokusů, až po první sériově vyráběné kolo uplynuly desítky let. Neboť prvním sériově vyráběným elektrokolem bylo

EMI/Philips z roku 1932. Toto elektrokolo využívalo bytelnější konstrukce rámu, který byl přizpůsoben k vybavení elektromotorem a baterií. [2]

Co se týče české stopy v historii elektrokol, tak prvním z českých konstruktérů byl H. Fügner, který si v roce 1938 nechal patentovat svůj elektrocykl. V roce 1944 se na veřejnosti představil jeho prototyp, který údajně na rovině dosáhl až 14 km/h a dojezd měl 70 kilometrů na jedno nabití baterie, nicméně největší nevýhodou byla hmotnost bicyklu, která díky 70 Ah baterii dosahovala přes 100 kilogramů. [2]

V osmdesátých letech byla s elektropohony nejúspěšnější společnost z kalifornského Sebastopolu s výrobkem ZAP (Zero Air Pollution). O přenos síly z elektromotoru na pneumatiku se starala třecí kladka, nicméně tento způsob pohonu se vyznačoval značnými ztrátami, a tedy i nízkou účinností. Revoluční ale bylo, že pohon mohl být namontován na téměř jakýkoliv typ jízdního kola, neboť elektropohon byl dodáván jako stavebnice. Součástí této stavebnice byl elektromotor o výkonu 280 W, baterie o kapacitě 17 A, třecí kladka a rychlonabíjecí přístroj. Společnost dodávala také kompletní elektrokola s dojezdem 30 km a maximální rychlostí až 24 km/h. [2]

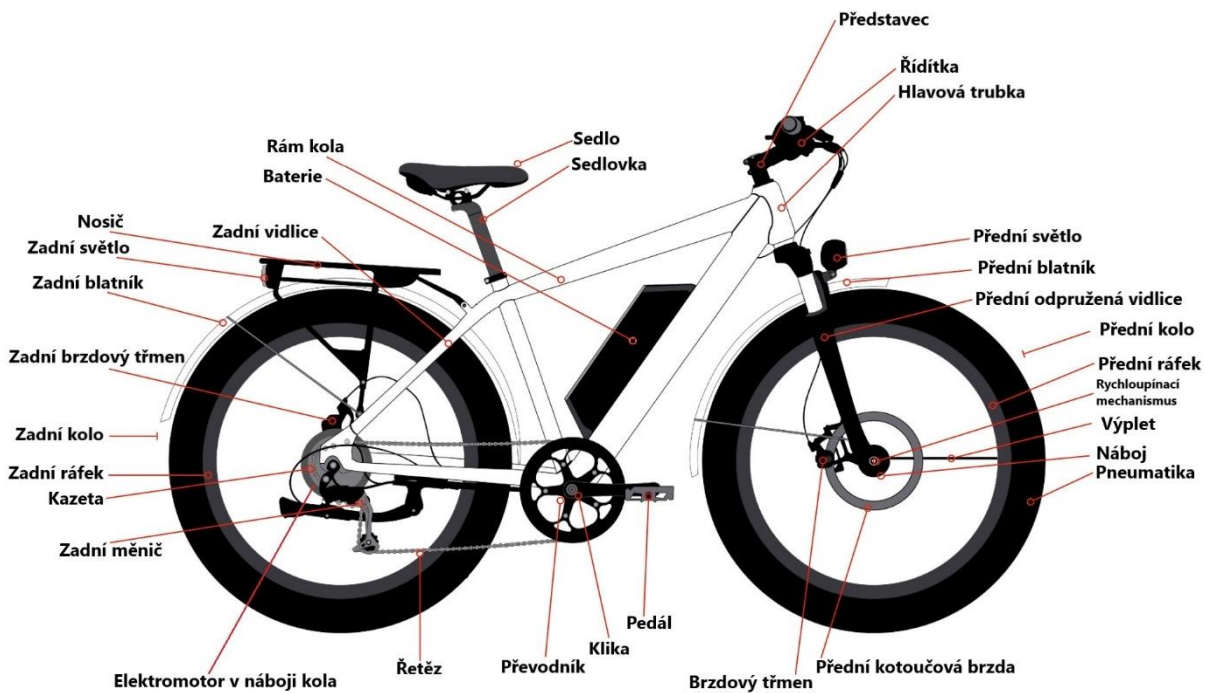
Oproti předchozím řešením bylo revolučně pojaté elektrokolo třídy pedelec Hercules „Elfa“ z roku 1985, které vyrobila německá společnost Hercules. To bylo unikátní tím, že mělo designový rám s integrovanou NiCd-baterií, nábojovým elektromotorem v zadním kole a kotoučovou brzdou. [2]

Značně pokročily vývoj elektrokol byl také v Japonsku, ve kterém již v roce 1971 bylo vyrobeno elektrokolo s maximální rychlostí 25 km/h a dojezdem 25 až 50 km. Jeho největší nevýhodou byla hmotnost, která dosahovala značných 44 kg. [2]

Skutečný boom elektrokol byl zahájen až okolo nového milénia, a to díky jejich technickému dotažení a jejich širokému praktickému využití. [2]

## **2.2.2 Konstrukce jízdního kola**

Elektrokolo má většinu komponent společnou s běžným jízdním kolem, poháněným pouze lidskou silou. Na obrázku níže můžeme vidět všechny důležité prvky ze kterých se elektrokolo skládá. Oproti běžnému jízdnímu kolu je doplněno především o baterii, řídicí jednotku, elektromotor (na obrázku je v náboji kola, ale může být umístěn i centrálně) a display, který je umístěn na řídících. Cílem této kapitoly je popis nejdůležitějších konstrukčních prvků elektrokola, shodných s běžným jízdním kolem, mezi které lze zařadit rám, vidlici, brzdy, převodový mechanismus a kola.



Obr. č. 1: Komponenty jízdního kola [3]

### **Rám jízdního kola**

Rám je základním stavebním prvkem každého jízdního kola. Může být vyroben z různých druhů materiálů. Nejčastěji jsou využívány slitiny hliníku, karbon nebo ocel. [4]

**Rám ze slitiny hliníku** – hlavní argumenty hovořící ve prospěch tohoto materiálu je cenová dostupnost, vysoká tuhost, nízká cena a dobrá tvarovatelnost při výrobě. Nevýhodou je, že tento materiál je poměrně tvrdý, a tedy málo komfortní. [4]

**Rámy z karbonu** – podobně jako u slitin hliníku, tak i u karbonových rámu lze dosáhnout různých tvarů rámu. Takový rám má poté dobré tlumící schopnosti, je tuhý ale zároveň lehký. Tento materiál vzniká pokládáním jednotlivých vrstev karbonové tkaniny a pojidla do forem, ve kterých dochází ke spékání pod vysokým tlakem. Hlavní nevýhodou je, že karbon se řadí ke drahým materiálům. [4]

**Ocelové rámy** – používají se u nejlevnějších modelů jízdních kol, či kol raritních a velmi drahých. Za výhody takovýchto rámu lze považovat jejich tuhost, dobré tlumící účinky a snadná opravitelnost. Avšak tím, že rámy kvůli váze oceli musejí být tenké, tak jsou náchylné na mechanické poškození. [4]

### **Vidlice**

Základní dělení vidlic je na neodpružené a odpružené, jejich použití závisí na typu jízdního kola. U odpružených vidlic se rozlišují tři typy tlumení.



**Elastomer s pružinou** – obsahem dolní části vidlice je elastický materiál absorbující vibrace. Pružina působí jako tlumící element. [4]

**Olej s pružinou** – jedna z noh vidlice obsahuje olej, který je použit k tlumení. Obsahem druhé nohy vidlice je pružina. Pružina může být různé tuhosti a lze ji dle potřeby jezdce vyměnit (např. při jeho vysoké hmotnosti). [4]

**Vzduchové** – opět je zde k tlumení využit olej, avšak jako pružící element je využit vzduch. To se odráží v nižší hmotnosti vidlice. [4]

### ***Brzdy***

V dnešní době je již většina jízdních kol vybavena kotoučovými brzdami. Kola s brzdami typu V-Brake s čelistmi u ráfků, patří do kategorie nejlevnějších modelů. Avšak díky jejich nízké váze, ceně a konstrukční jednoduchosti jsou stále používány. [4]

Za výhody kotoučových mechanických brzd lze především pokládat vysokou účinnost, cenu a kompatibilitu páček ovládání brzd s typem V-brake. Společnou nevýhodou s typem V-brake je nutnost pravidelné údržby lanek a bovdenů. [4]

Nákladnějším, avšak bezúdržbovým řešením jsou brzdy kotočovo-hydraulické, které mají vysokou účinnost, přesné dávkování brzdné síly a jejich výkon je vysoký za jakéhokoliv počasí. [4]

### ***Převodový mechanismus***

Převodový mechanismus se skládá z několika částí, mezi které patří především kazeta, kliky, přehazovačka, přesmykovač, řazení a řetěz.

Za **kazetu** se považují zadní pastorky (ozubená kolečka), tvořící jeden celek. Pastorky se liší svou velikostí a počtem zubů. Velké pastorky neboli lehké převody se využívají pro výšlap do kopce. Těžší převody (malé pastorky) jsou využívány při jízdě z kopce nebo po rovině. Podle počtu pastorků se určí, o kolika rychlostí kazetu se jedná. O změnu rychlostí na kazetě se stará **přehazovačka**. Změna rychlostí je docílena změnou polohy řetězu, kterou umožňuje svým pohybem právě přehazovačka. Kromě změny rychlosti, musí přehazovačka též udržet řetěz stále napnutý. (Moolbike, 2022)

**Kliky**, přenášejí sílu na principu páky z pedálů na ozubená kola (**převodníky**), které mohou mít různý počet pastorků, obvykle 1 až 3. U elektrokol s centrálním umístěním motoru, je obvyklý pouze jeden pastorek. Pokud je kolo vybaveno více pastorky, tak se mezi sebou liší jejich velikostí a počtem zubů. Větší pastorky jsou určeny na jízdu po rovině a z kopce a menší se využívají při jízdě do kopce. Ke změně rychlosti mezi jednotlivými pastorky slouží **přesmykovač**,

který je umístěn ve střední části rámu kola. Jeho úlohou je změna rychlosti díky změně své polohy. [5]

Přední i zadní ozubená kola propojuje **řetěz**, který přenáší sílu z předních pastorků na zadní a díky tomu dochází k pohybu kola. Řetězy se liší podle počtu pastorků. Řetěz by měl být pravidelně měněn, jeho životnost je okolo 1000 km. Neměl by přesluhovat, neboť se při používání postupně vytahuje, čímž dochází k postupnému poškozování zubů pastorků. [5]

Celý převodový mechanismus je ovládán pomocí **řazení**, které má podobu páček nebo otočného mechanismu. Páčky či otočné mechanismy jsou s přesmykovačem a převodovkou propojeny bovdeny (lanky), které umožňují přenos mechanické síly. Součástí řazení je též ukazatel zařazeného rychlostního stupně, tak aby jezdec viděl, jakou má právě zařazenou rychlost. [5]

### ***Kola***

Kolo jízdního kola, resp. elektrokola se skládá z ráfku, výpletu, náboje, pneumatiky a ve většině případů též z duše.

**Ráfek** je velmi namáhaným dílem, proto musí mít dostatečnou tuhost, tak aby byl odolný vůči deformacím. Toto platí především u horských elektrokol, u kterých je ráfek vystaven vyššímu namáhání než ráfky kol silničních. Existuje celá řada profilů ráfku, mezi nejpevnější patří ráfky dvoustěnné. Aby byla zachována jejich nízká hmotnost, tak jsou převážně vyráběny z hliníkové slitiny. [6]

**Náboj** tvoří střed kola, který nese osy, okolo kterých se otáčejí kola. Náboj zadního kola, je někdy nazýván kazetový, neboť je na něj montována kazeta s pastorky, kromě toho se oproti náboji v předním kole liší též volnoběhem, který umožňuje jízdu bez šlapání např. při jízdě z kopce. U elektrokol je běžné, že je elektromotor umístěn do náboje především zadního kola. [6]

**Výplet** spojuje ráfek s nábojem a je tvořen soustavou paprsků. Počet paprsků je přizpůsoben určení jízdního kola a hmotnosti jezdce. Na straně náboje je zakončen krátkým ohybem s hlavičkou, na opačném konci je zakončen válcovaným závitem pro našroubování matice. [6]

**Pneumatiky** plní celou řadu funkcí, mezi které patří především přenos síly při šlapání či brzdění, vedení kola, tlumení rázů a vibrací a také schopnost nést hmotnost jezdce a další zátěže. Charakteristiky, které jsou od ní vyžadovány mohou být často i protichůdné např. dobré záběrové vlastnosti, nízký valivý odpor, nízká hmotnost, vysoký komfort nebo odolnost. Existuje celá řada typů pneumatik s různými desény určené pro konkrétní účel. [6]

**Duše** vyplňují vnitřní prostor mezi ráfkem a pneumatikou. Jsou nahuštěny na požadovaný tlak a umožňují tak pohodlné odvalování kola, proto se po nich vyžaduje především vzduchotěsnost, pevnost, odolnost vůči průrazu a pomalé stárnutí. Součástí duše je ventilek, přes který je duše huštěna. [6]

### 2.2.3 Pedelec a E-bike

K pochopení funkce elektrokola je nejprve důležité vysvětlit rozdíl mezi tím, co je pedelec a E-bike. Název pedelec vznikl složením počátků dvou anglických slov **pedal** a **electro** případně **pedal**, **electro** a **cycle**. Rozdíl je v tom, jakým způsobem dojede k aktivaci elektropohonu. V případě pedelce je elektropohon aktivován ve chvíli, kdy jezdec začne šlapat do pedálů. V případě, že šlapání přeruší, stává se elektromotor nefunkčním. V případě E-biku je pohon elektromotoru nezávislý na šlapání jezdce, tudíž elektromotor a jezdec jsou dva na sobě nezávislé pohonné systémy. Praktickým důsledkem je především to, že kola pedelec jsou z hlediska silničního provozu považovány za jízdní kola. Oproti tomu E-biky jsou zařazovány do kategorie malých motocyklů. E-biky podléhají pravidlům, které platí též pro mopedy a maloobsahové motocykly. Kola typu pedelec na trhu s elektrokoly s devadesáti procentním zastoupením jasně převládají. [2]

### 2.2.4 Elektropohon

K pohonu elektrokol (elektrokoloběžek, jednokolek aj.) se používají převážně stejnosměrné třífázové bezkartáčové synchronní elektromotory. [2] V porovnání s konvenčním permanentně buzeným stejnosměrným motorem má bezkartáčový stejnosměrný motor změněny pozice rotoru a statoru. Stavbou ho lze připodobnit k permanentně buzenému synchronnímu motoru, kdy na vnějším statoru je vinutí a na rotoru se nacházejí magnety. Hlavní výhodou těchto motorů je jednoduchost a dobré elektrické parametry při zachování nízké hmotnosti a malých rozměrů, které jsou až 4x menší než u konvenčního provedení. [7]

#### *Umístění elektropohonu*

Existují dvě hlavní možnosti, kam na jízdním kole umístit elektromotor. První možností je **centrální umístění** v blízkosti středové osy. Takové umístění umožňuje elektromotoru podílet se na pohodnu elektrokola prostřednictvím řetězu. Toto řešení umožňuje integrovat mechanický pohon s elektropohonem a kontrolní jednotkou do kompaktního celku. Na který může dále navazovat pouzdro s baterií. [2]

Centrálně umístěný pohon je vhodný pro jakýkoliv typ elektrokola, a to i pro takové, které je určeno do těch nejnáročnějších podmínek, kde jsou cesty s vysokým převýšením. Dalšími výhodami tohoto řešení je, že má nízkou spotřebu elektrické energie, vysoký výkon, těžiště níže u země a díky přesnému dávkování výkonu motoru má jezdec přirozený pocit z jízdy. Nezpochybnitelnými výhodami je také nízká poruchovost a jednoduchost opravy. Avšak tento typ elektropohonu je dražší než řešení s elektromotorem v náboji kola. [8]

Druhou možností je **nábojové umístění**. Elektromotor, jak již název napovídá, je umístěn do náboje kola, ať už předního či zadního. Opět může být vybaven senzorem, který snímá šlapání (pedelec) nebo s nezávisle řízeným výkonem motoru (e-bike). [2]

V případě umístění v zadním náboji patří mezi výhody nižší cena než u středového motoru, dostačující výkon, dobrá schopnost přenosu síly ve stoupání na vozovku a také levný servis. Naopak mezi nevýhody patří nerovnoměrně rozložená hmotnost, vyšší spotřeba energie a horší citlivost elektrické asistence pro jezdce. [8]

Elektromotor lze umístit též do kola předního náboje. Toto řešení je výhodné pouze z hlediska ceny a rovnoměrného rozložení hmotnosti. Nevýhodou je především vyšší hmotnost předního kola, horší ovladatelnost a možný výskyt prokluzu při stoupání nebo při špatných adhezních podmínkách. [8]

Nejméně rozšířenou a spíše raritní záležitostí je umístění **elektromotoru v trubce rámu**. Pohonná jednotka je umístěna v sedlové trubce rámu, tudíž je při zběžném pohledu nezaznamenanatelná. Síla z elektromotoru se na osu šlapání přenáší pomocí dvou pastorku. [2]

### 2.2.5 Řídící jednotky

Řídící jednotka umožňuje harmonicky řídit využití síly plynoucí z motoru a od jezdce, tak aby nedocházelo k trhavému náběhu elektromotoru. Za optimální je považováno, kdy řídící jednotka dokáže jemně přecházet mezi režimy, ve kterých vypomáhá elektromotor a kdy nikoliv. K tomu, aby nebyl způsoben trhavý pohyb při dosažení maximální rychlosti, je využito senzorů otáček, který posílá informace do řídící jednotky. Ta následně nechá doznít podporu elektromotoru. Tyto senzory jsou nezbytnou součástí, neboť snímají sílu vyvinutou jezdce na pedál nebo frekvenci šlapání. Na základě této informace vyšle elektronika impulz motoru k vyšší podpory pohonu. Tak se řídí rozdělení sil plynoucích od jezdce a elektromotoru. Celková síla je poté přenášena na převodník a z něj následně řetězem na pastorek zadního kola. Elektropohon se ve většině případů podílí na pohonu kola maximálně z padesáti procent. Je tedy v poměru k lidské síle 1:1. Největší asistence elektropohonu je v nízkých rychlostech, ve kterých se počítá se

zdoláváním stoupání (cca okolo 10 km/h). S rostoucí rychlostí se podíl výpomoci elektromotoru plynule zmenšuje, až do rychlosti 25 km/h, kdy zcela zanikne. [2]

### **2.2.6 Displej**

Na displeji jsou zobrazovány veškeré důležité informace o elektrokole. Udává stav baterie, stupeň asistence elektromotoru, rychlost, ujetou vzdálenost a jiné informace běžné u cyklo počítačů. U levnějších modelů a také u modelů určených do města je display zjednodušen na LED ukazatel stavu baterie a režim asistované jízdy. [9]

### **2.2.7 Baterie**

K napájení elektromotoru jsou využívány akumulátory, které jsou složeny z elektrochemických článků, u kterých se odehrává elektrolytická polarizace mezi kladnou a zápornou elektrodou. Pro využití, které elektrokola potřebují, mají články sériově-paralelní zapojení. Napětí je tolikrát větší, kolik článků je zapojeno do série. Kapacita je ovlivněna podle toho, kolik článků je zapojeno paralelně. Tedy baterie která má deset článků 3,6 V a 2,5 Ah zapojených sériově má napětí  $10 \times 3,6 = 36$  V. Pokud jsou z toho čtyři bloky zapojeny paralelně, tak kapacita činí  $4 \times 2,5 \text{ Ah} = 10 \text{ Ah}$ . [2]

#### ***Druhy baterií***

Ke zvyšující se popularitě elektrokol přispívá pokrok v oblasti baterií, především tím, že se zvyšuje jejich kapacita a snižuje jejich hmotnost. Baterie lze podle materiálu rozlišit na olověné, nikl-kadmiové, niklmetahydridové, lithium iontové, lithium polymerové aj. [2]

#### ***Olověné Pb-baterie***

Olověná baterie, která je nabitá, má zápornou elektrodu tvořenou houbovým olovem (Pb) a kladnou elektrodu oxidem olovičitým (PbO<sub>2</sub>). Elektrolyt zastupuje vodou zředěná kyselina sírová (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Při vybíjení se aktivní hmota kladné i záporné elektrody mění na síran olovnatý (PbSO<sub>4</sub>) a koncentrace elektrolytu (kyseliny sírové) je při vybíjení snižována a je obohacována o vodu. Při nabíjení dochází k opačnému procesu, tedy ke zvyšování koncentrace kyseliny sírové. [10]

Přesto že olověné baterie za dobu své existence prošly určitým vývojem, tak se s nimi pojí značná řada nevýhod. Především jejich vysoká hmotnost a nebezpečnost olova, které při nesprávně recyklaci značně zatěžuje životní prostředí. [2]

Hmotnost tohoto akumulátoru vyplývá z malé schopnosti akumulace energie cca 25 Wh/kg. Životnost olověné baterie je přibližně 800 nabíjecích a vybíjecích cyklů. Další nepříjemností je, že dojezd je značně ovlivněn provozní teplotou, která je od -15° do 45 °C, to poté vede ke značnému poklesu. [11]

### ***Niklkadmiové baterie NiCd-baterie***

Niklkadmiové baterie začaly nahrazovat olověné baterie, především kvůli nižší hmotnosti a jejich menší zátěži pro životní prostředí. Avšak nenechme se klamat, neboť kadmium patří také mezi těžké a jedovaté kovy. V dnešní době jsou tyto baterie již minulostí. Jejich hlavní nevýhodou byl takzvaný paměťový efekt, který negativně ovlivňoval jejich dobíjení. [2]

Dopravní prostředky vybavené tímto druhem baterií mají dojezd vyšší o 50 % oproti bateriím olověným se stejnou hmotností. Výše zmíněný paměťový efekt znamená postupné zkracování životnosti baterie, pokud je nabita dříve, než je zcela vybita. [11]

### ***Niklmetalhydridové NiMH-baterie***

Hlavní výhodou Niklmetalhydridové baterie je oproti niklkadmiovým bateriím především jejich kapacita, která je až dvakrát vyšší, při jinak srovnatelných parametrech. Ta se ale rychle snižuje při vyšším zatížení. Například při jízdě do strmého kopce nebo když jezdec má vyšší hmotnost. Životnost je další slabinou těchto baterií, neboť činí max. 500 cyklů. Mezi další výhody patří poměr mezi cenou a výkonem, a také skutečnost, že je lze jednoduše recyklovat. Nicméně ani to nezachránilo tyto baterie od toho, že se od nich upustilo a přešlo se na baterie lithiové. [2]

Za další nevýhody lze označit nízká hustota energie na kilogram, která činí 30 až 80 Wh/kg. Poté nízká účinnost dobíjení (66 %). U některých typů baterií také dochází k rychlému samovybití, které může dosahovat až dvaceti procent za měsíc. A stejně jako u NiCd baterií, tak i u NiMH baterií se projevuje paměťový efekt. [10]

### ***Lithium iontové Li-Ion-baterie***

Jejich kapacita je při porovnání s niklmetalhydridovými bateriemi značně vyšší, přičemž jejich hmotnost je nízká a životnost i dvakrát vyšší. [2]

Vysoké kapacity baterie při zachování nízké hmotnosti je dosaženo díky vysoké energetické a výkonové hustotě, kdy měrná energie dosahuje 120 až 130 Wh/kg s životností až 1000 cyklů. Pro připomenutí u olověné baterie byla tato hodnota pouhých 25 Wh/kg. V prospěch lithium-iontových baterií také hraje absence paměťového efektu. Avšak značnou nevýhodu lze

spatřit v kapacitě, jež značně klesá v případě, že teplota je mimo interval mezi pěti až třiceti stupni celsia. [11]

V případě, že je baterie skladována při 20 °C, dojde ke snížení kapacity o 20 % za rok, avšak pokud by tato teplota klesla na 4 °C, tak dojde k poklesu pouhých 4 % za rok. Opačným extrémem je skladování při 40 °C, v tomto případě by byla roční ztráta kapacity 35-40 %. [10]

#### ***Lithium Polymerové LiPol-baterie***

Tyto baterie mají nejlepší poměr mezi hmotností, kapacitou a životností. Jejich samovybíjecí charakteristika je na nízké úrovni, avšak jsou citlivé na přesné nabíjení, proto je důležité, aby uživatel využíval k nabíjení pouze nabíječky od výrobce. [2]

#### ***Lithium manganové LiMn-baterie***

Tento typ baterie má ze všech zmíněných nejlepší poměr mezi jejich kapacitou a hmotností, což vede k výslednému snížení hmotnosti baterie. K masovému rozšíření brání především poměrně vysoká cena. [2]

### **2.2.8 Typy elektrokol**

**Městská elektrokola** – tento segment je z hlediska vyráběných kol největší. Existují desítky různých modelů a značek s průměrem kol 26 nebo 28 palců. Mezi hlavní výhody patří, že jsou to kola komfortní, s pohodlným způsobem nasedání, ochranou oděvu před ušpiněním a umožňují montáž dětské sedačky či jiného příslušenství. Jako samozřejmé se považuje, že toto kolo je vybaveno osvětlením a stojanem. [2]

**Skládací elektrokola** – Vzhledem ke kompatibilitě skládacích kol se může zdát, že zastoupení elektrokol v této kategorii bude velmi okrajovou záležitostí. Avšak opak je pravdou i přes to, že veškerá elektronika, včetně kabeláže je komplikací pro skládací mechanismus. Typickou velikostí ráfku je 16, 18 nebo 20 palců, tak aby bylo jednoduché takové elektrocolo převážet v hromadné dopravě nebo ho složit a převézt v osobním automobilu. Z jejich konstrukce plyne, že nejsou příliš vhodné pro dlouhé jízdy. [2]

**Sportovní elektrokola** – Tato kola jsou určena na rychlou sportovní jízdu převyšující rychlost 25 km/h. Avšak tím se dle české právní úpravy vylučují ze skupiny běžných jízdních kol. Kromě vyššího výkonu mají také více převodových stupňů, sportovnější posed a v některých případech i kapotáž, tak aby se snížil aerodynamický odpor. Nevýhodou je nižší pohodlí a komfort oproti městským kolům. [2]

**Trekkingová elektrokola** – provoz těchto kol se předpokládá především po nezpevněných površích a v terénu. Rozdíly oproti městským elektrolům jsou takové, že mají jiný rám, odpruženou vidlici, širší pneumatiky s hrubším vzorkem a vyšší počet převodových stupňů. Elektromotor takového elektrokola může být výkonnější než 250 W. [2]

**Horská elektrokola** – Jak již název napovídá, tak tento typ kol je určen pro provoz v terénu, proto má robustní konstrukci, široké pneumatiky a stejně jako u trekových kol i horská kola mají velký počet převodových stupňů. Rozdíl ale je, že horská kola mohou mít odpruženou i zadní stavbu rámu. [2]

**Třístopá elektrokola** – tato kola tvoří malý podíl v celkových prodejkách elektrol. Jsou používány zejména tělesně postiženými nebo osobami s omezenou pohyblivostí. Jejich konstrukce může být využita k nákladní nástavbě či přestavbě na lehokolo. [2]

**Transportní elektrokola** – jsou elektrokola s robustnější konstrukcí a výkonem přesahujícím 250 W. Jsou uzpůsobena pro transport nákladu, proto jsou opatřena úložným prostorem v podobě koše, korby nebo plošiny. V asijských zemích jsou používány pro pouliční prodej nebo jako vícemístné rikši. [2]

**Tandemová elektrokola** – tato skupina elektrol je značně ojedinělá a jsou považována spíše jako technická rarita. Důvodem je především požadavek na vysoký výkon elektromotoru a stejně tak na kapacitu baterie. Dále se mezi nevýhody řadí jejich vysoká hmotnost, rozměry, špatná ovladatelnost aj. [2]

**Elektro-lehokola** – za další raritní elektrokolo lze považovat lehokolo, na kterém je jezdec v poloze mezi sedem a lehem. Výhodou je nižší čelní odpor a z toho pramenící vyšší rychlost. U lehokol s elektrickou asistencí převažují tříkolky nad jednostopými lehokoly. [2]

## 2.3 ELEKTROKOLOBĚŽKA

Elektrokoloběžky se staly v poslední době velmi populárním dopravním prostředkem. Za jejich popularitu mohou především společnosti, které se zabývají sdílením těchto dopravních prostředků, které se rozšířily po celém světě. Tento způsob dopravy měl primárně řešit tzv. problém poslední míle. Avšak trh s elektrokoloběžkami dokáže nabídnout již takové stroje, které jsou schopny dojet i více než 80 km na jedno nabití. Navíc se již nevyužívají pouze pro pouhý přesun z bodu A do bodu B, ale často jsou elektrokoloběžky pořizovány pro zábavu a v některých případech by se dalo tvrdit jako adrenalinový dopravní prostředek, neboť ty nejlepší stroje jsou



schopny dosáhnout i 100 km/h. Tato kapitola je věnována popisu hlavních konstrukčních prvků elektrokoloběžek.



Obr. č. 2: Konstrukční prvky elektrokoloběžky [86]

### 2.3.1 Baterie

Elektrická energie je akumulována do článků, které společně tvoří baterii, ze které je poháněn elektromotor, osvětlení a display. Většina elektrokoloběžek má lithium iontovou baterii, avšak není výjimkou, že u nejlevnějších elektrokoloběžek a koloběžek pro děti je baterie olověná. Jednotkou kapacity baterie je watthodina. Kapacita určuje dojezd elektrokoloběžky. Běžná kapacita levných elektrokoloběžek se pohybuje okolo 250 watthodin, avšak opačným extrémem je kapacita o hodnotě 3000 watthodin. [12]

#### *Typy baterií*

Materiály užívané v bateriích elektrokoloběžek se shodují se složením baterií elektrokol, které byly detailně rozebrány výše. Opět jsou nejčastěji používány lithium iontové baterie, jejichž výhodou je poměr kapacity baterie a hmotnosti či dlouhá životnost. Lithium iontové baterie využívají různé druhy kovů např. mangan, kobalt, nikl, hliník viz. kapitola 2.2.7. [13]

#### *Životnost baterie*

Běžná lithium iontová baterie zvládne 300 až 500 nabíjecích cyklů, než se začne snižovat její kapacita. To odpovídá 3 až 10 tisícím ujetým kilometrům. Snížení kapacity neznamena její celková ztráta, pouze se sníží o 10–20 %. [13]

### 2.3.2 Brzdy

Podobně jako u elektrokol jsou brzdy důležité pro bezpečnou jízdu. U elektrokoloběžek se používají dva hlavní typy brzd, a to mechanické nebo elektrické. Mezi mechanické lze zařadit kotoučové, bubnové a nožní brzdy. Mechanické brzdy jsou mnohem účinnější než brzdy tzv. elektrické, čímž se rozumí regenerativní brzdění, které zpětně dobíjí baterii. [13]

#### *Kotoučové brzdy*

Systém kotoučové brzdy je složen z kotouče, který je připevněn na náboji kola a společně s ním se otáčí. Dále z brzdových třmenů s destičkami, které jsou připevněny na rámu, lanka a páčky na řídlítku pro ovládání brzdy. Jakmile dojde ke stisku brzdové páčky, brzdové destičky se začnou třít o kotouč a tím dochází ke zpomalování. Běžně existují tři druhy kotoučových brzd:

**Hydraulické kotoučové brzdy** – k aktivaci brzdových třmenů dochází pomocí kapaliny nacházející se v brzdovém potrubí. V případě, že jezdec stiskne brzdovou páčku, dojde ke zvýšení tlaku v potrubí, ten působí na pístky a následně na brzdové destičky. Tento typ brzdy je velmi účinný. [13]

**Semi-hydraulické kotoučové brzdy** – tento typ brzd je podobný plně hydraulickým brzdám, avšak místo brzdového potrubí s kapalinou využívají ocelového lanka, které přenáší sílu na hydraulický píst. [13]

**Mechanické (lankové) kotoučové brzdy** – jsou nejrozšířenějším typem kotoučových brzd. K aktivaci brzdových třmenů využívají ocelové lanko, které vede od brzdové páčky k brzdovému třmenu. [13]

#### *Bubnové brzdy*

Mechanismus bubnové brzdy je umístěn v brzdovém bubnu, díky čemu jsou všechny komponenty chráněny vůči nečistotám. Jejich hlavní složkou jsou čelisti, které při aktivaci pomocí páčky, třou o stěny brzdového bubnu. Hlavní nevýhodou je, že podléhají rychlému vadnutí při intenzivním brzdění. Oproti tomu jsou ale méně náročné na údržbu. [13]

#### *Nožní brzda*

Je nejjednodušším typem brzdy. Ve většině případů se jedná o blatník, který je chodidlem přitlačován k zadnímu kolu, o které tře a tím dochází ke zpomalování. Nevýhodou je nižší stabilita jezdce, kdy mu pouze jedna noha zůstane stabilně stát na nášlapu, když se druhá noha stará o brzdění. Další nevýhodou je nízká účinnost, a to především za mokra. [13]

## ***Rekuperace***

Rekuperace znamená zpětné dobíjení baterie díky samovolnému pohybu elektrokoloběžky, např. z kopce. Tento způsob brzdění využívá toho, že motor se při rekuperaci chová jako generátor, který vyvíjí odpor. Cílem je získat energii při brzdění, a tak zvýšit dojezd elektrokoloběžky. Avšak pokud je elektrokoloběžka tímto systémem vybavena a nemá nastavení stupňů intenzity rekuperace, tak je brzdný účinek velmi nízký a klasické brzdy nedokáže zastoupit. [14]

### **2.3.3 Řídící jednotka**

Řídící jednotka na základě intenzity stlačení páčky plynu řídí množství energie proudící od baterií k motoru. Napětí a proud, které řídící jednotka reguluje, určuje jmenovitý výkon elektrokoloběžky. Toto zařízení bývá většinou ukryto v rámu pod tzv. deckem. [13]

Řídící jednotka by měla být chráněna před nežádoucími vlivy jako je vlhkost, extrémní výkyvy teplot či mechanické poškození. Řídící jednotky mohou být upraveny, tak aby elektrokoloběžka dosahovala vyšších výkonů. Avšak tato úprava zvyšuje zátěž na elektrické komponenty, čímž zkracuje jejich životnost. [15]

### **2.3.4 Rám**

Rám elektrokoloběžky se skládá z decku a tyče řízení, která je v případě městských elektrokoloběžek téměř vždy sklopná. Materiály, ze kterých mohou být tyto komponenty vyrobeny jsou podobné jako u elektrokol. Jedná se tedy o **ocel nebo její slitiny**, které se vyznačují tuhostí a robustností, avšak hlavním negativem je vysoká hmotnost. Další možností jsou **slitiny hliníku**, které jsou dostatečně pevné a lehké. V případě součástí, které jsou velmi namáhané, je tato slitina kombinována s ocelí. Třetí možností je **karbon**, který vyniká svou nízkou hmotností, avšak jeho nevýhodou je stále vysoká cena. [15]

### **2.3.5 Deck**

Deck lze z angličtiny přeložit jako nášlap. Je to část koloběžky, na které jezdec stojí. Většinou je svršek pogumovaný nebo zdrsňený, tak aby na něm byl postoj co nejstabilnější. V jeho vnitřní části se ukrývá baterie případně i řídící jednotka. Průměrná velikost decku je 35 centimetrů na délku a 12,5 cm na šířku. [13]



Obr. č. 3: Deck [16]

### 2.3.6 Řídítka

Nezbytnou součástí každé elektrokoloběžky jsou řídítka, díky nim je jezdec schopen korigovat její směr. Řídítka mohou být vybavena displejem, brzdami, výstražným zařízením, světlem, plynovou páčkou aj. Některé elektrokoloběžky jsou kromě sklopné tyče řízení vybaveny též sklopnými řídítky, které zvyšují její kompaktnost. [13]

### 2.3.7 Světla

Světla jsou neodmyslitelnou součástí elektrokoloběžky. Téměř všechny elektrokoloběžky jsou z důvodu bezpečnosti vybaveny alespoň jedním předním a zadním světlem. Některé modely jsou vybaveny LED světelnými pásky, umístěnými na tyči řízení nebo po stranách decku. [13]



Obr. č. 4: Osvětlení elektrokoloběžky [12]

Dle Electric scooter Insider má 92 % elektrokoloběžek nedostatečné osvětlení. Takové elektrokoloběžky mají zabudovaná světla, která jsou špatně umístěná, např. příliš nízko a tím pádem nedostatečně osvětlují prostor před jezdcem. Nebo mají nekvalitní optiku, tím pádem

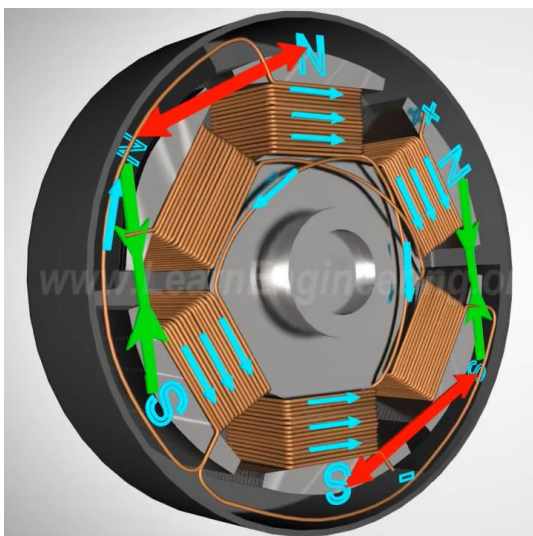
dojde k rozptýlení světelného paprsku dříve, než osvětlí prostor před jezdce. Posledním z podstatných nedostatků je nízká výkonnost. Řešením tohoto problému je dodatečné kvalitní osvětlení umístěné v případě předního světla na řídicích a zadního na přilbě či oblečení. [17]

### 2.3.8 Motor

K pohonu elektrokoloběžek se využívají elektromotory umístěné v nábojích kol. U výkonných elektrokoloběžek je elektromotor jak v předním, tak zadním kole. Elektromotory jsou kategorizovány dle jejich výkonu, jinak řečeno schopnosti konzumace elektrické energie, která se udává ve watttech. Základní městská elektrokoloběžka má výkon okolo 250 W, výkonnější koloběžky mají výkon od 500 W až po extrémně výkonné stroje s výkonem přes 5000 W. Elektrokoloběžky využívají dva typy elektromotorů, může se jednat o bezkartáčový nebo kartáčový stejnosměrný elektromotor. Archaičtějším řešením pohonu je elektromotor umístěn před zadním kolem, který využívá k přenosu síly na kolo řetěz. [13]

Bezkartáčový stejnosměrný (BLDC – brushless DC) motor je inovativnější než motor kartáčový. Poprvé byl uveden na trh v sedmdesátých letech minulého století. Hlavními výhodami je účinnost, poměr výkonu ke hmotnosti a spolehlivost. Také je méně náchylný k přehřívání a má tišší chod. Tento typ motorů se nachází ve většině kvalitních elektrokoloběžek. [13]

Rotor bezkartáčového motoru je tvořen permanentním magnetem s opačnými póly, hlavní složkou statoru jsou cívky. Po dodání elektrické energie do cívek, získá stator vlastnosti elektromagnetu. Pohyb elektromotoru je založen na silovém působení mezi permanentním magnetem a elektromagnetem. Vnější část motoru (rotor) následuje magnetické pole vyvíjené elektromagnetem. [18]



Obr. č. 5: Schéma funkce bezkartáčového DC elektromotoru [19]

Kartáčové stejnosměrné motory jsou archaičtějšími technologiemi motorů, která sahá až do 19. století. U tohoto typu motoru dochází k opotřebování kartáčů, což značně snižuje jeho spolehlivost. [13]

### 2.3.9 Tyč řízení

Tyč (řízení), která spojuje řídítka s předním kolem je u některých elektrokoloběžek pro větší kompatibilitu sklopná. Tento sklopný mechanismus, ale může způsobovat problémy, především když dojde k jeho uvolnění, to následně vede k nestabilní a nebezpečné jízdě. [12]

### 2.3.10 Pneumatiky

Pneumatiky ovlivňují zážitek z jízdy, trakci, dojezd či brzdny účinek. Existují dva typy pneumatik – huštěné vzduchem a pevné. Pneumatiky huštěné vzduchem se dělí na bezdušové a pneumatiky s duší. **Bezdušové pneumatiky** fungují na stejném principu jako pneumatiky u automobilů – pneumatika s ráfkem musí utěsnit prostor huštěným vzduchem. Takovéto pneumatiky jsou více odolné proti proražení, avšak když už ji jezdec prorazí, tak je její výměna mnohem náročnější. Těmito pneumatikami jsou vybaveny dražší modely elektrokoloběžek. **Pneumatiky s duší** fungují na stejném principu jako u jízdních kol, tedy že uvnitř pneumatiky je duše, která je nahuštěna vzduchem. Součástí duše je též ventilek. V případě proražení pneumatiky, je potřeba vyměnit pouze duši. Huštěné pneumatiky jsou oproti pevným pneumatikám více komfortní a mají lepší trakci. [12]

Druhým typem jsou pneumatiky, které k vyplnění prostoru mezi ráfkem a běhounem nevyužívají vzduch, ale například u pevných pneumatik je to pryž či polyuretanová pěna. Některé koloběžky využívají pneumatiky s voštinovou strukturou vyrobené z pryže. Oproti plným pneumatikám jsou lehčí a o něco komfortnější. Oba druhy těchto pneumatik jsou odolné vůči propíchnutí. To je jejich jediná výhoda oproti pneumatikám huštěným. [12]



Obr. č. 6: Typy pneumatik (zleva huštěná, plná, struktura voštiny) [20]



### 2.3.11 Odpružení

Cílem odpružení je snížení intenzity vibrací při přejezdu nerovnosti či jízdě mimo zpevněnou cestu. Díky odpružení se zlepší komfort jízdy a sníží se opotřebení součástí elektrokoloběžky, které vibracemi trpí. Hlavními komponenty jsou tlumiče a pružiny. Tlumiče tlumí rázy a brání rozkmitání hmoty na pružině. Pružiny kromě tlumení rázů, zajišťují stálý kontakt kola s povrchem vozovky. Existuje několik typů využívající pružinu a tlumič jak na předním, tak zadním kole. Na předním kole je běžná buď vidlice anebo u dražších modelů kyvné rameno, které lze využít i na kole zadním. [21]



Obr. č. 7: Typy odpružení [22], [23], [24]

Dalším typem odpružení je plně hydraulické, které k tlumení využívá kapalinu. Tento typ lze využít jak na předním, tak i zadním kole. [21]



Obr. č. 8: Hydraulické odpružení [17], [24]

Další možností pružení je kyvné rameno s gumovým elastomerem. Tento způsob funguje na jednoduchém principu zkrutu, ke kterému dochází při propružení. Existují elastomery s různou tuhostí. Někteří výrobci elektrokoloběžek jej umožňují měnit, tak aby si jezdec nastavil tuhost odpružení podle svých představ. Tento typ pružení se používá jak pro přední, tak i zadní kolo. [25]



Obr. č. 9: Odpružení s elastomerem [25]

### 2.3.12 Typy elektrokoloběžek

**Dětské elektrokoloběžky** – tento typ elektrokoloběžek má pro vyšší bezpečnost dítěte sníženou maximální rychlost, která se pohybuje od 10 do 16 km/h. Ve většině případů nenabízí funkce jako je tempomat či propojení pomocí aplikace s telefonem. Baterie nemají velkou kapacitu, proto se dojezd pohybuje pouze mezi 10 až 15 km. Díky jejich nízké hmotnosti a nízké maximální rychlosti bývají často vybaveny pouze mechanickou nožní brzdou. Dětské elektrokoloběžky také nebývají vybaveny odpružením. [26]



Obr. č. 10: Dětská elektrokoloběžka [26]

**Městské elektrokoloběžky** – jsou díky své ceně vstupní branou do světa elektrokoloběžek. Bývají určeny především k jízdě do práce, školy či obchodu. Jelikož jsou určeny pro cestování na krátké vzdálenosti, nemají vysoké výkony ani velkou kapacitu baterie. To také z důvodu redukce hmotnosti pro přenášení. S tímto faktem také souvisí to, že většina městských elektrokoloběžek má sklopnou tyč řízení. Jejich dojezdová vzdálenost se pohybuje okolo 40 km a



maximální rychlost 25 km/h. Dražší městské elektrokoloběžky jsou vybaveny základním typem odpružením, tak aby jízda po některých površích např. dlažbě nebyla pro jezdce utrpením. [26]



Obr. č. 11: Městská elektrokoloběžka [26]

**Terénní elektrokoloběžky** – jsou určeny na nezpevněné cesty. Bývají vybaveny většími pneumatikami s hrubším vzorkem pro vyšší stabilitu. Ve většině případů mají odpružené jak přední, tak zadní kolo. Dosahují vysokých výkonu, pohybujících se i daleko přes 1000 W, s čímž souvisí skutečnost, že tyto stroje jsou schopny dosahovat rychlostí 60 km/h a více. Díky vysoké kapacitě baterie pro ně není problém urazit i přes 80 km na jedno nabití. [26]

Největší nevýhodou je, že tyto elektrokoloběžky mohou dosahovat hmotnosti převyšující 50 kg, např. elektrokoloběžka Kaabo Wolf King GT Pro má hmotnost 52 kg. Konkrétně tento model dokáže vyvinout rychlost až 100 km/h, má dojezd 180 km, výkon 8400 W a kapacitu baterie, která je desetkrát větší než u základních městských elektrokoloběžek. Masovému rozšíření ale brání cena, pohybující se okolo 100 tisíc Kč. [27]



Obr. č. 12: Terénní elektrokoloběžka kaabo Wolf King GT – [27]

**Chopper** – je posledním z běžných typů elektrokoloběžek, které lze na cestách potkat. Vzhledem spíše připomínají motorku, neboť bývají vybaveny sedátkem. Jejich cílem je co

nejkomfortnější jízda. Maximální rychlost se pohybuje okolo 50 km/h a dojezd činí až 80 km. Tento typ nedisponuje skládacím mechanismem, neboť dosahuje hmotnosti přes 70 kg, čímž se stává běžně nepřenositelným. [26]



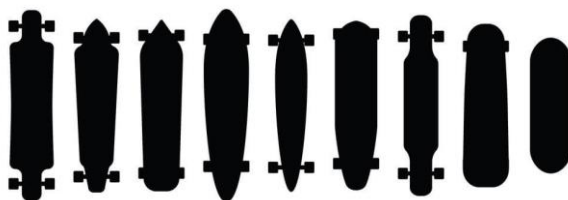
Obr. č. 13: Elektrokoloběžka typu chopper – [26]

## 2.4 ELEKTRICKÝ SKATEBOARD

### 2.4.1 Deska

Deska (angl. deck) tvoří největší část elektrického skateboardu. Je to komponent, na kterém jezdec při jízdě stojí. Většinou jsou desky vyrobeny z několika tenkých vrstev dřeva, které jsou laminovány a následně lisem vytvarovány do potřebného tvaru. Kromě dřeva se desky vyrábějí též z laminátu či karbonu, ty se vyznačují vyšší odolností a nižší hmotností. Horní strana desky, na které jezdec stojí, bývá povrchově upravena, tak aby nebyla kluzká a nesmýkaly se na ní nohy, k tomu se využívá tzv. griptape. [28]

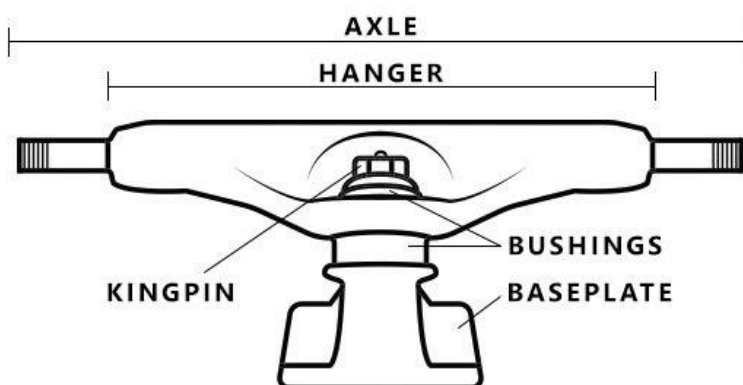
Existuje několik tvarů desky, záleží na tom, zdali se jedná o skateboard, longboard, či pennyboard. Pro skateboard je charakteristický obdélníkový tvar desky se zaoblenými konci. Longboardy se vyznačují vyšší stabilitou než skateboardy, proto jsou určeny na delší vyjíždky. Mají desku různě tvarovanou a dlouhou okolo jednoho metru. Pennyboard je díky tvaru desky považován za menší obdobu longboardu, jeho velikost je cca půl metru. [29]



Obr. č. 14: Tvarová rozmanitost desek skateboardu/longboardu [30]

## 2.4.2 Trucky

Trucky mají tvar „T“ a jsou umístěny pod deskou. Umožňují přenášet pohyby jezdce z desky na kola a tím zajistit ovladatelnost skateboardu. Truck je tvořen několika díly – bushingem (průchodkou), kingpinem, baseplatem (základní deskou), hangerem (vidlicí) a axle (osou). **Bushingy** jsou oválné silentbloky, vyrobené z polyuretanu. Fungují na principu pružiny, přenáší tlak na trucky a díky tomu je schopen jezdec zatáčet. Čím tvrdší bushingy, tím více je potřeba vynaložit síly k zatáčení. **Kingpin** drží všechny díly pohromadě, je umístěn dovnitř průchodek a v závislosti na jeho seřízení lze nastavit jízdní vlastnosti skateboardu (podmanivost k zatáčení). **Baseplate (základní deska)** je vyrobena z kovu a připevněna k desce. K baseplate je pomocí kingpinu připevněn hanger. **Hanger** je kovová část ve tvaru trojúhelníku, kterou prochází **osička**, na kterou se montují kolečka. [31]



Obr. č. 15: Konstrukce trucku [31]

## 2.4.3 Kolečka

Kolečka umožňují pohyb skateboardu a přenášejí hmotnost z trucků na podklad. Existuje celá řada koleček (podle umístění ložiska v kole, tvaru kolečka, materiálu, velikosti). To vše hraje roli pro zvolený jízdní styl. Většina koleček je vyrobena z polyuretanu, avšak není výjimkou, že některé elektrické skateboardy jsou vybaveny nafukovacími, či plnými pryžovými kolečky. Skateboardy s kolečky, které mají větší průměr dosahují vyšších rychlostí, či lépe zvládají nerovnosti. Ty, které mají menší kolečka, mají nižší těžiště a jezdec díky nim dokáže rychleji akcelarovat. [28]

## 2.4.4 Ložiska

Mezi každým kolem a osičkou je kuličkové ložisko, které umožňuje odvalování kola. Ložiska by měla být pravidelně čistěna a mazána, pokud nejsou udržována, tak dochází k jejich zvýšenému opotřebení. [28]

### 2.4.5 Motor

Pro pohon elektrických skateboardů se využívají dvě hlavní řešení využívající elektromotor. Prvním řešením je bezkartáčový motor umístěný v náboji kola. Tento způsob pohonu má oproti pohonu s řemenem výhody především v nižší hlučnosti, nižší ceně, jednodušší údržbě, vyšší účinnosti, nižší hmotnosti a také umožňuje jízdu pomocí lidské síly v případě vybité baterie. Nevýhodou je především náchylnost vůči vlhkosti, která může projít otvory pro odvětrávání motoru. Oproti tomu řešení, které pohání kola přes řemen je vůči vodě více odolné, neboť pro chlazení motoru nepotřebuje dodatečné otvory. Navíc disponuje vyšším točivým momentem, možností vyměnit kolečka a vyšším jízdním komfortem. [28]



Obr. č. 16: Vlevo elektromotor umístěný v kole, vpravo pohon pomocí řemenu [28]

### 2.4.6 Baterie

Stejně jako u ostatních zařízení, tak i u elektrických skateboardů slouží baterie k uložení energie a následně jejím zásobením motoru. Je to nejtěžší součást, která může mít různé chemické složení viz. kapitola 2.2.7, ve které jsou detailně rozebrány všechny typy baterií, které se používají. Nejběžnější je baterie lithium iontová, především kvůli poměru váhy a kapacity. [28]

### 2.4.7 Řídící jednotka

Řídící jednotka je tzv. mozkiem elektrického skateboardu. Řídí, kolik energie baterie dodá motoru. Mimo informací z baterie a motoru přijímá též informace z dálkového ovládání pomocí Bluetooth přijímače. Když se jezdec rozhodne pomocí dálkového ovládání zrychlit, řídicí jednotka obdrží signál pomocí Bluetooth přijímače, následně odebere potřebné množství energie z baterie a přepoše ji do motoru. [28]

### 2.4.8 Dálkové ovládání

Dálkové ovládání je téměř vždy součástí elektrického skateboardu. Pomocí něj jezdec akceleruje a brzdí, během jízdy jej drží v ruce. Existuje několik typů dálkových ovládání, které se

lišší způsobem ovládání. Prvním typem je ovladač, který má posuvný kolík, který jezdec ovládá palcem. Když jej posune vpřed, dojde k akceleraci. K (regenerativnímu) brzdění dojde díky pohybu na druhou stranu. Další možností je ovládání pomocí ukazováčku, který ovládá páčku. Pro akceleraci je nutné ji stisknout, k brzdění dojde v případě jejího povolení. Některá dálková ovládání využívají místo posuvného kolíku či páčky otočné kolečko. Dálkové ovládání komunikuje se skateboardem pomocí rozhraní Bluetooth. [28]

## 2.5 PRÁVNÍ ÚPRAVA

Vzhledem k rostoucí oblibě osobní elektromobility, která obsahuje dopravní prostředky jako jsou elektrokola, elektrokoloběžky, balanční zařízení či elektrické skateboardy, je potřeba zorientovat se v právní úpravě, která se k těmto strojům vztahuje.

### 2.5.1 Evropská právní úprava

Právní úprava provozu dopravních prostředků mikro mobility nebyla ještě harmonizována, proto je plně na členských státech. Výjimky lze nalézt v **Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 168/2013 ze dne 15. ledna 2013 o schvalování dvoukolových nebo tříkolových vozidel a čtyřkolek a doзору nad trhem s těmito vozidly Text s významem pro EHP**, které ze své působnosti vyňala **jízdní kola** s výkonem do 250 W, jejichž motor je vyřazen při nešlapání a jinak je výkon motoru postupně snižován, dokud vozidlo nedosáhne 25 km/h. Dále se tato směrnice nevztahuje na **samovyvažovací vozidla** (např. jednokolky, segway, hoverboardy), dále vozidla, která nejsou vybavena alespoň jedním místem k sezení (**elektrokoloběžky a elektrické skateboardy**) a vozidla vybavená místem k sezení pro řidiče nebo jezdce s výškou R-bodu  $\leq 540$  mm u kategorií L1e, L3e a L4e a s výškou R-bodu  $\leq 400$  mm u kategorií L2e, L5e, L6e a L7e. „R-bodem“ nebo „referenčním bodem místa k sezení“ se rozumí konstrukční bod určený výrobcem vozidla pro každé místo k sezení a stanovený s ohledem na trojrozměrný vztažný systém. V případě, že daný elektrický dopravní prostředek (např. kolo) nespĺňuje výše zmíněná kritéria, je zařazeno do kategorie L – dvoukolová vozidla. [32]

Toto nařízení je vztáženo na elektrokola kategorie L1e-A a L1e-B a elektrokoloběžky se sedlem, mající konstrukční rychlost mezi 25 a 45 kilometry za hodinu a které mají výkon od 250 po 1000 W. Pro výrobce z toho plyne, že musí takto koncipovaný stroj podrobit schvalovací proceduře u zkušebního ústavu alespoň v jedné zemi EU, a to v kategorii lehký skútr (L1e). [33]

Dne 24. listopadu 2021 byla přijata **Směrnice evropského parlamentu a rady EU 2021/2118**, kterou se mění směrnice 2009/103/ES o pojištění občanskoprávní odpovědnosti

z provozu motorových vozidel a kontrole povinnosti uzavřít pro případ takové odpovědnosti pojištění. Změna, která byla přijata v oblasti osobní elektromobility, je že se pojištění občanskoprávní odpovědnosti z provozu motorových vozidel bude vztahovat na: „*Jakékoli motorové vozidlo výhradně s mechanickým pohonem pro osoby po zemi, nikoliv však po kolejích mající: maximální konstrukční rychlost vyšší než 25 km/h; nebo maximální čistou hmotnost větší než 25 kg a maximální konstrukční rychlost vyšší než 14 km/h.*“ Pojištění se nebude vztahovat na elektrokola nebo invalidní vozíky. Členské státy by měly do 23. prosince 2023 přijmout a zveřejnit předpisy nezbytné pro dosažení souladu s výše zmíněnou směrnicí 2021/2118. [34]

## 2.5.2 Česká právní úprava

### *Elektrokola*

Jedním z právních předpisu, které se věnují elektrickým jízdním kolům je **vyhláška č. 341/2014 - Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích**. Obzvláště podstatný je bod č. 8 technických požadavků na výbavu jízdních kol, potahových vozidel a ručních vozíků:

*8. Jízdní kolo může být vybaveno dodatečně pomocným motorkem, jestliže*

*a) bude nadále zachován původní charakter jízdního kola podle bodu 1 a 2, (bod 1 definuje, čím musí být jízdní kolo vybaveno a bod č. 2 definuje, čím musí být dále vybaveno v případě snížené viditelnosti)*

*b) pomocný motorek bude přiměřeně plnit podmínky ustanovení § 19 zákona,*

*c) jeho výkon nepřesáhne 1 kW,*

*d) v případě použití spalovacího motoru, nebude mít takový motor objem válce nebo válců větší než 50 cm<sup>3</sup>,*

*e) maximální konstrukční rychlost nebude vyšší než 25 km.h<sup>-1</sup> a*

*f) montáž pohonného systému – motor, nádrž paliva nebo akumulátor na jízdní kolo, si nevyžádá zásah na jeho nosných částech. [35]*

*Pokud vozidlo splňuje všechny výše uvedené požadavky, považuje se pro potřeby této vyhlášky nadále za **jízdní kolo**. [35]*

Nešťastné se může jevit slovo „dodatečný“ motorek, neboť nově prodávaná elektrokola, jsou vybaveny elektromotorem již z výroby. Proto by dle zákona **361/2000 Sb.** měla být

považována za motorové vozidlo – *motorové vozidlo je nekolejové vozidlo poháněné vlastní pohonnou jednotkou a trolejbus.* [36]

Na tuto nejasnost dává odpověď metodický pokyn Ministerstva dopravy České republiky, dle kterého se v případě instalace elektromotoru u **elektrokol** již z výroby postupuje dle bodu 10, resp. Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 168/2013, kde je výkon omezen na 250 W. [37]

Jízdu na železnici upravuje zákon **361/2000 Sb. Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů.**

Tento zákon v **§ 57** upravuje jízdu na železnici a to tak, že:

(1) *Je-li zřízen železniční pruh pro cyklisty, vyhrazený železniční pruh pro cyklisty, stezka pro cyklisty nebo je-li na křižovatce s řízeným provozem zřízen pruh pro cyklisty a vymezený prostor pro cyklisty, je cyklista povinen jich užívat v daném místě a směru, ledaže by tím mohla být ohrožena bezpečnost nebo plynulost provozu na pozemních komunikacích.* [38]

(2) *Na pozemní komunikaci se na železnici jezdí při pravém okraji vozovky; nejsou-li tím ohrožováni ani omezováni chodci, smí se jet po pravé krajnici. Železnicí se z hlediska provozu na pozemních komunikacích rozumí i koloběžka.* [38]

(3) *Cyklisté směřují jen jednotlivě za sebou.* [38]

(4) *Pohybují-li se pomalu nebo stojí-li vozidla za sebou při pravém okraji vozovky, může cyklista jedoucí stejným směrem tato vozidla předjíždět nebo objíždět z pravé strany po pravém okraji vozovky nebo krajnici, pokud je vpravo od vozidel dostatek místa; přitom je povinen dbát zvýšené opatrnosti. To neplatí, odbočuje-li vozidlo vpravo a dává-li znamení o změně směru jízdy.* [38]

(5) *Je-li zřízena stezka pro chodce a cyklisty označená dopravní značkou "Stezka pro chodce a cyklisty", nesmí cyklista ohrozit chodce jdoucí po stezce. Je-li v místě křížení stezky pro chodce a cyklisty s jinou pozemní komunikací zřízen sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty, použijí se ve vztahu k tomuto sdruženému přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty pro jednotlivé účastníky provozu na pozemních komunikacích obdobně ustanovení upravující chování těchto účastníků provozu na přechodu pro chodce a na přejezdu pro cyklisty.* [38]

(6) *Je-li zřízena stezka pro chodce a cyklisty označená dopravní značkou "Stezka pro chodce a cyklisty", na které je oddělen pruh pro chodce a pruh pro cyklisty, je cyklista povinen užívat pouze pruh vyznačený pro cyklisty. Pruh vyznačený pro chodce může cyklista užívat pouze při objíždění, předjíždění, otáčení, odbočování a vjíždění na stezku pro chodce a cyklisty; přitom nesmí ohrozit chodce jdoucí v pruhu vyznačeném pro chodce.* [38]

(7) Vyhrazený jízdní pruh pro cyklisty nebo stezku pro cyklisty může užít i osoba pohybující se na lyžích nebo kolečkových bruslích nebo obdobném sportovním vybavení. Přitom je tato osoba povinna řídit se pravidly podle odstavců 2, 3, 5 a 6 a světelnými signály podle § 73. [38]

(8) Před vjezdem na přejezd pro cyklisty se cyklista musí přesvědčit, zda-li může vozovku přejet, aniž by ohrozil sebe i ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích, cyklista smí přejíždět vozovku, jen pokud s ohledem na vzdálenost a rychlost jízdy přijíždějících vozidel nedonutí jejich řidiče k náhlé změně směru nebo rychlosti jízdy. Na přejezdu pro cyklisty se jezdí vpravo. [38]

A v § 58 následovně:

(1) Cyklista mladší 18 let je povinen za jízdy použít ochrannou přilbu schváleného typu podle zvláštního právního předpisu a mít ji nasazenou a řádně připevněnou na hlavě. [38]

(2) Dítě mladší 10 let smí na silnici, místní komunikaci a veřejně přístupné účelové komunikaci jet na jízdním kole jen pod dohledem osoby starší 15 let; to neplatí pro jízdu na chodníku, cyklistické stezce a v obytné a pěší zóně. [38]

(3) Na jednomístném jízdním kole není dovoleno jezdit ve dvou; je-li však jízdní kolo vybaveno pomocným sedadlem pro přepravu dítěte a pevnými opěrami pro nohy, smí osoba starší 15 let vézt osobu mladší 7 let. Osoba starší 18 let může vézt nejvýše dvě děti mladší 10 let v přívěsném vozíku určeném pro přepravu dětí, který splňuje technické podmínky stanovené zvláštním předpisem 2), nebo dítě na dětském kole připojeném k jízdnímu kolu spojovací tyčí. [38]

(4) Cyklista nesmí jet bez držení řídítek, držet se jiného vozidla, vést za jízdy druhé jízdní kolo, ruční vozík, psa nebo jiné zvíře a vozit předměty, které by znesnadňovaly řízení jízdního kola nebo ohrožovaly jiné účastníky provozu na pozemních komunikacích. Při jízdě musí mít cyklista nohy na šlapadlech. [38]

(5) Cyklista je povinen za snížené viditelnosti mít za jízdy rozsvícen světlomet s bílým světlem svítícím dopředu 2) a zadní svítilnu se světlem červené barvy nebo přerušovaným světlem červené barvy. Je-li vozovka dostatečně a souvisle osvětlena, může cyklista použít náhradou za světlomet svítilnu bílé barvy s přerušovaným světlem. [38]

(6) K jízdnímu kolu se smí připojit přívěsný vozík, který není širší než 900 mm, má na zádi dvě červené odrazky netrojúhelníkového tvaru umístěné co nejbliže k bočním obrysům vozíku a je spojen s jízdním kolem pevným spojovacím zařízením. Zakrývá-li přívěsný vozík nebo jeho náklad za snížené viditelnosti zadní obrysově červené světlo jízdního kola, musí být přívěsný vozík opatřen vlevo na zádi červeným neoslňujícím světlem. Jsou-li v přívěsném vozíku přepravovány děti, musí být přívěsný vozík



označen žlutým nebo oranžovým praporkem nebo štítkem o rozměru 300 x 300 mm vztyčeným ve výšce 1200–1600 mm nad úrovní vozovky. [38]

### **Elektrokoloběžky**

Přímá definice elektrokoloběžky české právo nezná. Zákon **361/2000 Sb. Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů** říká, že *jízdním kolem se z hlediska provozu na pozemních komunikacích rozumí i koloběžka*. To ale nemusí znamenat, že totéž platí pro elektrokoloběžku, ta může být zařazena do zmíněné kategorie jízdní kolo, motorové vozidlo nebo osobní technický prostředek. [33]



Obr. č. 17: Technické požadavky na elektrokoloběžku [39]

Dále se elektrokoloběžkám věnuje **Vyhláška č. 341/2014 - Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích**, která se o elektrokoloběžkách zmiňuje v bodě č. 9 technických požadavků:

9. Pro účely této vyhlášky se jízdním kolem rozumí i tříkolky a vícekolky, stejně jako vícesedadlová jízdní kola – tandemy a jim podobná vozidla poháněná lidskou silou a určená i k provozu na pozemních komunikacích, jako například koloběžky. [35]

Vozidla takto definovaná, jejichž šířka přesahuje 1,0 m, musí být vybavena zdvojeným osvětlením podle bodu 1 písmen e) a f) a bodu 2 písmen a) a b), které musí být umístěno symetricky k podélné ose vozidla, v maximální vzdálenosti 0,2 m od podélné roviny vyznačující šířku vozidla. Konstrukční požadavky uvedené v bodech 1 až 8 se na tato vozidla použijí přiměřeně. [35]

Šířkou pro účely tohoto bodu se rozumí vzdálenost mezi dvěma rovinami rovnoběžnými s podélnou rovinou vozidla a tečnými k vozidlu na obou stranách této roviny. Všechny části vozidla, a

*zvláště všechny pevné části vyčnívající do stran se musí nacházet mezi těmito dvěma rovinami, s výjimkou zpětného zrcátka nebo zrcátka. [35]*

Aby elektrokoloběžka byla dle právní úpravy považována za jízdní kolo, musí splňovat podmínky v bodě 8 technických požadavků, které lze analogicky vztáhnout na koloběžku.

Opět je zde kolize ve slově dodatečný motorek, avšak stejně jako u elektrokol, tak i zde vysvětlení dává metodický pokyn Ministerstva dopravy, tedy aby elektrokoloběžka byla považována za jízdní kolo, musí být výkon motoru z výroby omezen na 250 W. [37]

Tuto analogii lze ověřit i z tvrzení policie ČR, že pokud **elektrokoloběžka** splňuje předepsané, zákonem dané požadavky, pak je na ni z hlediska zákona i vyhlášky pohlíženo jako na jízdní kolo. Jezdec na elektrokoloběžce je poté považován za cyklistu, resp. řidiče nemotorového vozidla a tím pádem se na něj vztahují pravidla silničního provozu stanovená oblastí „jízda na jízdním kole“. Avšak aby výše zmíněné platilo, tak elektrokoloběžka nesmí mít výkon vyšší než 250 W a rychlost vyšší než 25 km/h. [40]

Oproti tomu jiný článek také od Policie ČR udává informaci že: *„**Elektrokoloběžky** jsou běžně považovány za kola a k jejich provozovatelům se přistupuje jako k cyklistům, avšak musí mít maximální rychlost do 25 km/hod. a výkon do 1 kW. Jestliže má elektrokoloběžka rychlost vyšší než 25 km/hod. a výkon vyšší než 1 kW, jedná se o malý moped nebo skútr, což znamená, že jde o motorové vozidlo. V tomto případě je nutnost vlastnit řidičský průkaz, buď skupiny AM nebo B, záleží však na rychlosti vozidla a jeho výkonu.“* [41] Zde se zřejmě jedná o elektrokoloběžku vybavenou elektromotorem dodatečně, neboť podle *Metodiky ke kontrole jízdních kol vybavených dodatečně pomocným motorkem a jízdních kol s elektrickým motorkem*, je **motorová koloběžka** považována za jízdní kolo, resp. za kolo vybavené dodatečně pomocným motorkem, pokud výkon motorku nepřesáhne 1 kW a maximální konstrukční rychlost nebude vyšší než 25 km/h. [42]

Jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly, tak na **elektrokoloběžku** lze nahlížet ze tří úhlů a ke každému z nich se váží specifika provozu. Jezdec na elektrokoloběžce, na kterou je nahlíženo jako na jízdní kolo nebo motorové vozidlo, se může pohybovat na místních a účelových pozemních komunikacích a na silnicích I., II. a III. třídy. Pokud se jedná o elektrokoloběžku splňující specifika jízdního kola, tak může být provozována také na stezkách pro cyklisty a dalších pozemních komunikacích, kde se mohou pohybovat cyklisté (v pěší zóně pouze v případě, je-li to povoleno dopravní značkou). Elektrokoloběžky, které jsou považovány za motorová vozidla na stezky pro cyklisty nesmějí. [33]

### **Elektrické skateboardy**

Co se týče **elektrických skateboardů**, tak česká právní úprava se výslovně nezabývá ani **skateboardy**, které jsou poháněny pouze lidskou silou. Pouhou analogií lze dovodit, že se na jezdce na skateboardu pohlíží stejně jako na jezdce na kolečkových bruslích, což ve výsledku znamená, že se na ně pohlíží jako na chodce. Toto tvrzení lze ověřit v zákoně **č.361/2000 Sb., §2 písmena j) chodec je i osoba, která tlačí nebo táhne sánky, dětský kočárek, vozík pro invalidy nebo ruční vozík o celkové šířce nepřevyšující 600 mm, pohybuje se na lyžích, kolečkových bruslích nebo obdobném sportovním vybavení anebo pomocí ručního nebo motorového vozíku pro invalidy, vede jízdní kolo, motocykl o objemu válců do 50 cm<sup>3</sup>, psa a podobně**. Proto pro uživatele tohoto dopravního prostředku platí stejná pravidla jako pro chodce. [33]

**Elektrické skateboardy** splňují spíše definici osobního technického prostředku, který je v **§2 písm. nn zákona č.361/2000 sb.**, definován jako *osobní přepravník se samovyvažovacím zařízením, nebo obdobné zařízení*. [38]

Více do hloubky se jim poté opět věnuje **§60a**:

(1) *Na osobním přepravníku se samovyvažovacím zařízením nebo **obdobném technickém** zařízení (dále jen "osobní přepravník") se lze na chodníku, stezce pro chodce, stezce pro chodce a cyklisty nebo na odděleném pruhu pro chodce na stezce pro chodce a cyklisty nebo na pěších a obytných zónách **pohybovat nejvýše rychlostí srovnatelnou s rychlostí chůze**. Pro přejíždění vozovky na osobním přepravníku se § 54 odst. 2 až 4 použijí obdobně. Je-li blíže než 50 m křižovatka s řízeným provozem nebo přechod pro chodce, smí osoba na osobním přepravníku přejíždět vozovku jen na těchto místech. Pro přejíždění železničního přejezdu na osobním přepravníku se § 55 použije obdobně*. [38]

(2) *Pro užití jízdního pruhu vyhrazeného pro cyklisty, stezky pro cyklisty nebo odděleného pruhu pro cyklisty na stezce pro chodce a cyklisty osobou na osobním přepravníku se § 57 odst. 2, 3 a 8 a § 73 **použijí obdobně***. [38]

(3) *Kde není chodník, stezka pro chodce, stezka pro chodce a cyklisty, jízdní pruh vyhrazený pro cyklisty nebo stezka pro cyklisty nebo kde je chodník neschůdný, smí se osoba na osobním přepravníku pohybovat po levé krajnici nebo co nejbližší při levém okraji vozovky. Osoby na osobním přepravníku se v takovém případě smí pohybovat jen jednotlivě za sebou; § 53 odst. 9 se použije obdobně*. [38]

(4) *Osoba na osobním přepravníku nesmí na chodníku, stezce pro chodce, stezce pro chodce a cyklisty, jízdním pruhu vyhrazeném pro cyklisty nebo stezce pro cyklisty nebo na pěších a obytných*

*zónách ohrozit chodce nebo cyklisty. Při přejíždění vozovky na osobním přepravníku se § 5 odst. 2 písm. f) až h) použijí obdobně. [38]*

*(5) Obec může nařízením vymežit na svém území místa, kde je provozování osobního přepravníku na chodníku, stezce pro chodce, stezce pro chodce a cyklisty, na odděleném pruhu pro chodce na stezce pro chodce a cyklisty, na pěších a obytných zónách nebo vozovce zakázáno. [38]*

*(6) V případě vymezení území místa, kde je provozování osobního přepravníku na chodníku, stezce pro chodce, stezce pro chodce a cyklisty, na odděleném pruhu pro chodce na stezce pro chodce a cyklisty, na pěších a obytných zónách nebo vozovce zakázáno, je obec povinna vyznačit území dopravní značkou. [38]*

*(7) Zákaz provozování osobního přepravníku uložený nařízením obce se nevztahuje na Policii České republiky a obecní policii při plnění jejich povinností; osoba užívající osobní přepravník je však povinna neohrozit bezpečnost a plynulost na pozemních komunikacích. [38]*

Pomocí dopravní značky č. B 30a „Zákaz vjezdu osobních přepravníků“, která byla doplněna do vyhlášky Ministerstva dopravy č. 294/2015 Sb., mohou obce s rozšířenou působností regulovat provoz osobních přepravníků na území obcí. [33]



*Obr. č. 18: Dopravní značka „Zákaz vjezdu osobních přepravníků“ [43]*

### **2.5.3 Slovenská právní úprava**

#### ***Elektrokola***

Podle **vyhlášky č. 134/2018 Z. z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prevádzke vozidiel v cestnej premávke** musí elektrokolo splňovat technické požadavky dle § 30 a technické požadavky na konstrukci jízdních kol na elektrický pohon podle platné technické normy, anebo jiné obdobné specifikace s porovnatelnými nebo přísnějšími požadavky. Dle § 30 může být elektrokolo považováno za jízdní kolo, když splňuje technické požadavky podle § 31. To znamená, že montáž pohonného systému

(motoru a baterie) nesmí zasáhnout do nosné konstrukce kola. Maximální jmenovitý výkon nesmí být vyšší jako 250 W a jeho výkon se musí postupně snižovat, a nakonec se vypnout při dosažení 25 km/h nebo dříve v případě, že cyklista přestane šlapat do pedálů. [44]

Podle **zákona 8/2009 Z. z o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov** se na jízdním kole jezdí především po cyklostezkách. Kde cyklostezky využít nelze, je možné jet po silnici při pravé krajnici, pokud tím nebudou omezeni nebo ohroženi chodci. Osoby mladší deseti let nebo ty které je doprovázejí a ty které je vezou, mohou využít pravou stranu chodníku, pokud tím neohrozí nebo neomezí chodce. Povinné nošení přileb je do 15 let věku. [45]

### ***Elektrokoloběžka***

Elektrokoloběžka je dle **vyhlášky č. 134/2018 Z. z.** považována za nemotorové vozidlo mající původní charakter koloběžky, v případě že je schopna dosáhnout rychlosti maximálně 25 km/h a není vybavena sedadlem. Dále musí být vybavena nejméně jednou brzdou a zvukovým výstražným zařízením. Při zhoršené viditelnosti musí být vybavena odrazkami (předními a zadními) a předním a zadním světlem. [44]

Jízda na elektrokoloběžce je upravena v **§ 55a zákona 8/2009 Z. z.**, kde se v odstavci (6) píše, že ustanovení o jízdě na samovyvažovacím vozidle platí i na jízdu na elektrokoloběžce. Z toho plyne, že elektrokoloběžku smí na silnici řídit osoba starší 15 let s výjimkou cyklostezek, polních cest, lesních cest a obytných zón. Dále řidič elektrokoloběžky může jezdit po pravé straně chodníku a využívat přechodů pro chodce, ale jen v případě, že neohrozí a neomezí chodce, a navíc nesmí překročit rychlost chůze. Jezdec na elektrokoloběžce smí jezdit po pravé straně cyklostezky, ale nesmí ohrozit cyklisty. Dle § 59a je na cyklostezce povolena maximální rychlost 30 km/h. Na elektrokoloběžce není povoleno jezdit ve více osobách. [45]

### ***Samovyvažovací zařízení***

Samovyvažovací vozidla mohou dle **vyhlášky č. 134/2018 Z. z.**, být provozována v silničním provozu, pouze pokud je zaručena jejich vysoká míra bezpečnosti v silničním provozu. Tato vozidla musí být vybavena takovou reflexní úpravou povrchu nebo svítidly, nebo obsluhující osoby těchto vozidel musí být vybaveny takovými reflexními nebo odrazovými materiály umístěnými na oděvu, že za hustého provozu nebo snížené viditelnosti jsou ostatním účastníkům silničního provozu nepřehlédnutelní. [44]

Jak již bylo zmíněno u elektrokoloběžek, tak právní úprava (**§ 55a zákona 8/2009 Z. z.**) jízdy na samovyvažovacím zařízení je stejná jako pro elektrokoloběžky. [45]

### *Elektrické skateboardy*

Slovenská právní úprava pojem elektrický skateboard neupravuje.

## **2.5.4 Rakouská právní úprava**

### *Elektrokola*

Dle místních zákonů se na elektrokola hledí stejně jako na běžné jízdní kolo v případě, když má maximální výkon do 600 W a dokáže dosáhnout maximální rychlosti 25 km/h. Tím pádem se na řidiče elektrokol vztahují stejná pravidla jako pro cyklisty – povinnost využívání cyklostezek, pokud je to možné. V případě vyššího výkonu nebo vyšší maximální rychlosti by se již jednalo o motocykl, u kterého je povinnost mít helmu, pojištění a řidičský průkaz. [33]

Za jízdní kolo se v Rakousku považuje též samobalanční zařízení segway či elektrický skútr. Avšak opět musejí být omezeny maximálním výkonem 600 W a maximální rychlosti 25 km/h. Na těchto zařízeních mohou jezdit děti bez dohledu od 12 let. [33]

### *Elektrokoloběžky*

Dle zákona o silničním provozu je elektrokoloběžkám zakázána jízda na chodnících a stezkách pro pěší. To upravuje dopravní značka, která jízdu v takovýchto místech umožňuje, avšak pouze rychlostí přizpůsobenou pěšímu provozu. [33]

Obecně mají uživatelé elektrokoloběžek využívat infrastruktury pro cyklisty, kde nesmí ohrožovat ani omezovat druhé. Toto ale platí pouze pro koloběžky s maximálním výkonem do 600 W a maximální rychlostí do 25 km/h. Kromě těchto dvou běžných parametrů také rozhoduje vnější průměr ráfku, který může být maximálně 30 cm. Elektrické koloběžky se specifikací převyšující tyto parametry splňují definici „vozidla“ podle §2 odst. 1 bod 19 cit. zák. [33]

Povinnost nošení helmy se vztahuje na všechny do 12 let. Do tohoto věku mohou na elektrokoloběžce jezdit pod dohledem osoby starší šestnácti let. Tento fakt ale neplatí pro obytné zóny a pro děti, které jsou držiteli cyklistického „řidičského průkazu“. Co se týče povinných prvků, kterými by elektrokoloběžka měla být vybavena, tak je to bílé přední světlo, červené zadní světlo, bílá odrazka zepředu, červená odrazka zezadu, oranžové odrazky po bocích a účinný brzdový systém. [33]

V Rakousku je alkohol při jízdě na elektrokoloběžce tolerován do 0,8 promile. Co se týče návykových látek, tak ty tolerovány nejsou. [33]

### ***Elektrické skateboardy***

Stejně jako v české právní úpravě, tak i v té rakouské pojem elektrický skateboard není výslovně upraven. Analogicky by na něj mohlo být nahlíženo jako na elektrokoloběžku. Oproti tomu oficiální web rakouské vlády uvádí, že skateboardy a longboardy je možné použít pouze do rychlosti chůze, aniž by došlo k omezení či ohrožení provozu či chodců, ať již na chodnících, stezkách pro chodce, obytné nebo pěší zóně. Skateboardy, které nemají elektrický pohon, nesmějí na cyklostezky a silnice. [33]

Co se provozu týče, tak na skateboardu, který je poháněn pouze lidskou silou, mohou jezdit děti od 8 let. V případě že je skateboard elektrický, platí zde stejné pravidlo jako u elektrokoloběžek. [33]

## **2.5.5 Německá právní úprava**

### ***Elektrokola***

Obdobně jako v jiných státech, tak i v Německu se na elektrokolo hledí jako na klasické jízdní kolo, pokud splní výkonový limit do 250 W a schopnost jet maximálně 25 km/h (při této a vyšší rychlosti motor již nedopomáhá). [33]

Pokud je elektrokolo výkonnější nebo rychlejší, tak je bráno jako skútr a po jeho jezdcích se vyžaduje řidičský průkaz, věk alespoň 15 let, přilba, registrační značka, zpětné zrcátko, osvětlení (brzdové a denní) a pojištění odpovědnosti. Tento typ elektrokol může na cyklostezky pouze se zapnutým omezovačem výkonu, resp. rychlosti. [33]

### ***Elektrokoloběžky***

Aby mohl jezdec užívat elektrokoloběžku na veřejných pozemních komunikacích, musí ji mít schválenou od federálního úřadu pro motorovou dopravu. Daný stroj splňuje definici elektrokoloběžky pouze, když je vybaveno řídítky, nemá místo k sezení, disponuje povinnou výbavou (brzdy a osvětlení) a jeho maximální rychlost činí 20 km/h. Dále je nutné, aby byla pojištěna. Číslo pojištění je následně uvedeno na zadní části elektrokoloběžky. Oproti tomu jezdec při jízdě nemusí mít přilbu. [33]

Věk, od kterého je jízda na elektrokoloběžce povolena je 14 let. Jezdci by měli využívat cyklotrasy a až pokud nejsou k dispozici, tak využít k jízdě silnici. Oproti tomu (pokud to dopravní značení povoluje) nesmí jezdec využívat chodníků, pěších zón ani jezdit do protisměru v jednosměrné ulici. Tato pravidla platí též pro jezdce využívající segway. [33]

Pravidla pro jízdu pod vlivem alkoholu na elektrokoloběžce jsou stejná, jako pro jízdu motorovým vozidlem. Do hodnoty 0,5 promile je alkohol povolen, mezi 0,5-1,1 se jedná o přestupek v případě, že řidič nevykazuje žádné abnormality v důsledku konzumace alkoholu. Jako trestný čin je posuzována hodnota vyšší než 1,1 promile nebo když je hodnota 0,3 a řidič vykazuje abnormality. Komu je alkohol při řízení zapovězen, tak to jsou osoby mladší 21 let a také noví řidiči v průběhu zkušební doby. [33]

### *Elektrické skateboardy*

Jízda na elektrickém skateboardu, resp. hooverboardu je povolena pouze na soukromém pozemku. Důvod je takový, že podle souvisejících vyhlášek musejí dopravní prostředky, jejich konstrukční rychlost převyšuje 6 km/h, mít sedadlo, říditka, brzdy a zpětné zrcátko. Skateboard říditky ani sedátkem nedisponuje. [33]

## **2.5.6 Polská právní úprava**

### *Elektrokolo*

Dle zákona o **provozu na pozemních komunikacích čl. 2 (Dział 1 - Przepisy ogólne - Prawo o ruchu drogowym)** je elektrokolo považováno za jízdní kolo v případě, že je napájeno maximálně napětím do 48 V a jeho maximální jmenovitý výkon činí 250 W. Dále je nutné, aby elektromotor při dosažení rychlosti 25 km/h přestal dopomáhat. Jízdní kola jsou omezena i co do rozměrů, kdy je nutné dodržet maximální šířku 0,9 m. [46]

Jízdu na jízdním kole upravuje **zákon o provozu na pozemních komunikacích (Prawa o ruchu drogowym). Článek 33** říká že řidič elektrokola nebo elektrokoloběžky je povinen používat cyklostezku nebo jízdní pruh pro cyklisty, v případě že je stezka smíšená s pohybem chodců, je řidič elektrokoloběžky nebo jízdního kola povinen dbát zvýšenou opatrnost a mít na paměti, že chodec má přednost. V případě, že se cyklostezka není k dispozici, může jezdec využít vozovku. Výjimky existují též pro jízdu na chodníku, po kterém mohou běžně jezdit děti do věku 10 let. Dále ho mohou využívat ostatní cyklisté, pokud je chodník podél silnice, na které je povolena vyšší rychlost než 50 km/h a chodník má šířku alespoň 2 m anebo pokud povětrnostní podmínky ohrožují bezpečnost cyklisty na silnici (sníh, náledí, hustá mlha atd.). Při jízdě na chodníku je jezdec povinen jet rychlostí blízkou pohybu chodců. [47]

Ve **článku 96 zákona o provozu na pozemních komunikacích**, je řečeno, že na jízdním kole je povoleno jezdit po veřejných komunikacích osobám starším deseti let, s tím že musejí být držiteli cyklistické karty (řidičský průkaz na jízdní kolo). Tato povinnost odpadá s dovršením plnoletosti (18 let). [46]



Technické podmínky pro provoz elektrokol definuje **Nařízení ministra infrastruktury ze dne 31. prosince 2002 (rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002) § 53** dle kterého by kolo mělo být vybaveno předním bílým světlem, vzadu červenou odrazkou a červeným světlem, alespoň jednou brzdou a výstražným zařízením (zvonkem). Při jízdě ve dne není nutné, aby jízdní kolo bylo vybaveno světly. [48]

Povinnost nošení helmy upravuje **článek 40 Zákona o provozu na pozemních komunikacích**, který říká, že přilbu musí povinně používat při jízdě jezdcí na motocyklech, čtyřkolkách či mopedech. Na jízdní kola se tato povinnost nevztahuje. [46]

### ***Elektrokoloběžky***

Elektrický skútr je definován, jako elektricky poháněný dvoukolový/“dvounápravový“ dopravní prostředek s říditky, bez sedadla a pedálů, který je konstrukčně řešeno tak, že je určen pouze pro jízdu jedné osobě. Řidič elektrokoloběžky je povinen využít stezku určenou pro cyklisty, kde se může pohybovat s maximální rychlostí 20 km/h. V případě, že není cyklostezka k dispozici, může jet také po vozovce, avšak po takové, na které je maximální rychlost omezena na 30 km/h. Řidič elektrokoloběžky může výjimečně využít i chodník, pokud se nachází vedle komunikace, na které je povolena vyšší rychlost než 30 km/h. Na chodnících platí pravidla, že jezdec by se měl pohybovat podobnou rychlostí jako chodci, dbát zvýšené opatrnosti, neohrožovat a ani neomezovat chodce. [49]

Jízda na elektrokoloběžce je na veřejných komunikacích povolena od 10 let věku. Stejně jako u elektrokol je povinnost pro soby mezi 10 a 18 lety mít průkaz na kolo nebo mít řidičský průkaz skupiny AM, A1, B1 nebo T. Pro osoby starší 18 let, tato povinnost odpadá. Děti mladší 10 let mohou na elektrokoloběžce jezdit pouze v obytné zóně a pod dohledem dospělé osoby. [49]

### ***Osobní přepravní prostředky – UTO (Urządzenie transportu osobistego) – např. elektrické skateboardy***

Osobní přepravní zařízení je definováno jako elektricky poháněný dopravní prostředek bez sedadla a pedálů, který je konstrukčně řešeno tak, že je určen pouze pro jízdu jedné osobě (např. elektrický skateboard nebo samovyvažovací zařízení). [49]

Řidič takového dopravního prostředku je povinen využít cyklostezku po které se může pohybovat s maximální rychlostí 20 km/h. V případech, kdy není k dispozici cyklostezka, tak se jezdec může pohybovat i po chodníku, avšak s rychlostí podobnou chůzi, musí být zvláště opatrný a nesmí ohrožovat ani omezovat chodce. [49]

Stejně jako u elektrokoloběžek je dětem mladším deseti let zakázáno jezdit po veřejných komunikacích. Mohou se pohybovat pouze v oblasti obytných zón pod dohledem dospělé osoby.

K řízení těchto dopravních prostředků je po osobách mezi 10 a 18 lety vyžadován průkaz pro jízdu na jízdním kole, či řidičský průkaz skupiny AM, A1, B nebo T. Pro osoby starší 18 let, tato povinnost odpadá. [49]

### **2.5.7 Dánská právní úprava**

#### ***Elektrokola***

Elektrokolům a jejich provozu na pozemních komunikacích se věnuje dopravní zákon (færdselsloven), zákon o veřejných komunikacích (Lov om offentlige veje) a řada výkonných vyhlášek. Plyne z nich především to, že na uživatele elektrokol, které mají maximální rychlostí 25 km/h se hledí jako na cyklisty. V případě, že elektrocolo je schopno jet rychlostí až 45 km/h, tak jeho jezdec musí mít minimálně 15 let, používat helmu, svítit i ve dne, kolo musí být vybaveno zvonkem a pokud je mu méně než 18 let, tak musí mít řidičské oprávnění k řízení mopedu nebo automobilu. Co je pro oba typy kol stejné, tak je povinnost pojištění odpovědnosti z provozu elektrokola. [33]

V Dánsku je výkonným elektrokolům (rychlost do 45 km/h) od 1.6.2018 povolena jízda po cyklostezkách a jejich řidiči je nemusejí registrovat jako moped, s čím se vázala povinnost registrační značky. [33]

#### ***Elektrokoloběžky***

Právní úprava věnující se elektrokoloběžkám se nazývá výkonná vyhláška o experimentálním schématu. Ze které plyne, že se na uživatele elektrokoloběžek hledí jako na cyklisty. To umožňuje jízdu po cyklostezkách a pokud není k dispozici, tak i po vozovce. Do povinné výbavy těchto strojů patří přední, zadní světlo a odrazky. Přes den je také povinné svítit. Na rozdíl od České republiky je v Dánsku nižší limit pro maximální rychlost, který je stanoven na 20 km/h. Navíc lze v Dánsku užívat elektrokoloběžku, která má značku CE, tedy že výrobek splňuje zákonné požadavky EU. Mezi další omezující parametry patří maximální váha do 25 kg, maximální délka 2 metry a šířka 0,7 metru. [33]

V Dánsku lze elektrokoloběžky řídit od věku 15 let. V případě, že je uživatel mladší, je mu umožněna jízda pod dohledem dospělého nebo spolu s dospělým anebo bez jakéhokoliv dohledu, ale pouze v obytné zóně. Pojištění odpovědnosti se na jezdce na elektrokoloběžkách nevztahuje, platí pouze pro společnosti, které tyto stroje půjčují. [33]

### ***Elektrické skateboardy***

Dánská právní úprava na rozdíl od té české (a řady jiných) pamatuje také na elektrické skateboardy, které zařadila do stejné skupiny jako samovyvažovací zařízení a segway. Při provozu je na ně nahlíženo jako na jízdní kola. Platí pro ně tedy, že by měly být používány pouze na cyklostezkách, anebo na takové pozemní komunikaci, kde není rychlost vyšší než 50 km/h, a to pouze v případě, že není cyklostezka k dispozici. [33]

Povinná výbava se opět shoduje s jízdním kolem. Musí obsahovat přední a zadní osvětlení a odrazky. Povinností jezdce je svítit i přes den. Co je shodné s elektrokoloběžkami, tak je značka CE, maximální rychlost činící 20 km/h a také věkové omezení. [33]

Maximální hmotnost elektrického skateboardu může být až 25 kg, maximální délka 1,2 metru a šířka 0,7 metru. [33]

## **2.5.8 Francouzská právní úprava**

### ***Elektrokola***

Ve Francii rozlišují dvě kategorie elektrokol. Do první patří elektrokola se jmenovitým výkonem maximálně 250 W a rychlostí 25 km/h. Pro ty platí stejná pravidla pro provoz, jako pro jízdní kola. Do druhé kategorie spadají elektrokola schopná jízdy až 45 km/h (přesahující výkon 250 W). Pro ty platí zákaz provozu na cyklostezkách, neboť mají blíže k mopedům. S těmito rychlými elektrokoly se také váže povinnost registrace, pojištění, používání helmy a označení registrační značkou. Dále také skutečnost, že při kontrole musí jezdec předložit potvrzení o tom, že sídlo výrobce elektrokola je v Evropě, a že je elektrokolo opatřeno známkou CE. V případě, že by se vlastník rozhodl pro prodej, musí disponovat jeho dokumentací. [33]

Co se ve Francii určitě nevyplatí je nepovolené zvyšování výkonu nebo maximální rychlosti, za které hrozí pokuta až do výše 30 tisíc eur a také až rok trestu odnětí svobody. [33]

### ***Elektrokoloběžky***

Elektrokoloběžky tvoří vlastní kategorii vozidel, která je podobná elektrokolům. Stejně jako v Dánsku je maximální povolená rychlost 20 km/h. S koloběžkou je určeno jezdit primárně po cyklostezkách, dále lze využít jízdní pruhy určené pro MHD. Na silnici se může pouze pokud je zde stanovený limit 50 km/h a nelze využít cyklostezky či vyhrazený jízdní pruh. Po chodníku a v pěší zóně se smí jezdit pouze pokud je to povoleno dopravní značkou. [33]

Oproti České republice je helma na elektrokoloběžce ve Francii povinná pro všechny jezdce. Na pozemních komunikacích ji lze řídit od 12 let. Povinná výbava elektrokoloběžky se

shoduje s dosud zmíněnými zeměmi, ve kterých musí být koloběžka také vybavena odrazkami, světly, brzdami a případně zvonkem. Avšak co je značně ve Francii odlišné, tak to povinné použití reflexní vesty při špatné viditelnosti. Pojištění odpovědnosti a řidičský průkaz se nevyžaduje. [33]

Jednotlivé obce mohou regulovat rámec pro půjčovny na základě Zákona o orientaci na mobilitu, kterého již v roce 2019 využila Paříž, která mimo jiné snížila rychlostní limit na 8 km/h v oblastech s vyšším výskytem chodců. [33]

Francouzský právní řád umožňuje jezdcům jízdu pod vlivem alkoholu až do hodnoty 0,5 promile. [33]

### ***Elektrické skateboardy***

Stejně jako u elektrokoloběžek, tak je i u elektrických skateboardů povolena jízda na pozemních komunikacích (omezených na rychlost 50 km/h) osobám starším 12 let. Avšak rozdíl je, že elektrický skateboard může dosáhnout rychlosti až 25 km/h. Dalším rozdílem je, že kromě možnosti jízdy po cyklostezce, lze s elektrickým skateboardem jezdit i po chodníku, avšak v tom případě je nutné dodržet rychlostní limit 6 km/h, tedy rychlost, která je srovnatelná s pohybujícím se chodcem. V tomto bodě se s českou právní úpravou vztahující se na samovyvažovací zařízení nebo obdobné technické zařízení (elektrické skateboardy) shoduje. [33]

## **2.5.9 Španělská právní úprava**

### ***Elektrokola***

Elektrokola upravuje instrukce 19/V-134. Dle ní lze elektrokola považovat za klasická jízdní kola v případě, že maximální výkon nepřekročí 250 W a dopomoc elektromotoru se vypne při dosažení 25 km/h anebo když jezdec přestane šlapat. S takovými elektrokoly se lze pohybovat po cyklostezkách a případně i po vozovce. Povinností je označení CE. [33]

Definici „motorových kol“, splňují elektrokola kategorie L1e-A, které mají vyšší výkon než 250 W nebo rychlost maximálně 25 km/h, avšak k tomu, aby bylo této rychlosti dosaženo nemusí jezdec vykonat žádnou práci. Do druhé kategorie L1e-B (mopedy) patří elektrokola s maximální rychlostí 45 km/h. S takovýmto elektrokolem se váže řada povinností – homologace, platná technická kontrola, pojištění, zápis do registru vozidel, registrace k placení silniční daně, nošení helmy, řidičské oprávnění, splnění minimálního věku. Pokud je elektrokolo schopné dosáhnout maximální rychlosti převyšující 45 km/h, tak je považováno za motocykl. [33]

### ***Elektrokoloběžky***

Z právní úpravy pro elektrokoloběžky plynou následující pravidla: Maximální rychlost může být 25 km/h. Jezdec má povinnost předložit průvodní list, který prokazuje shodnost výrobku se standardy CE. S elektrokoloběžkami se nesmí jezdit po chodnících, v pěších zónách, na meziměstských silnicích, dálnicích a tunelech. Jezdci by měli využívat cesty určené pro jízdní kola. Alkohol na elektrokoloběžkách není tolerován. [33]

Elektrokoloběžka není považována za jízdní kolo, ale rovnou spadá do kategorie motorových vozidel L1e-A (do rychlosti 25 km/h), L1e-B (do rychlosti 45 km/h), nebo do kategorie motocyklů v případě že její maximální rychlost převyšuje 45 km/h. Povinnost mít registrační značku, helmu a pojištění se vztahuje pouze na kategorii motocyklů. [33]

Regulovat provoz elektrokoloběžek si mohou jednotlivá města. Např. v Barceloně jsou elektrokoloběžky rozděleny do dvou kategorií podle hmotnosti (A – do 25 kg a B – do 50 kg), minimální věk pro jejich řízení je 16 let. Co se týče např. pěších zón, tak na ty mohou pouze elektrokoloběžky typu A, avšak do rychlosti 10 km/h. V parcích a po cyklostezkách, které jsou součástí chodníků může i typ B, ale opět pouze do rychlosti 10 km/h. Oproti tomu v Madridu je povoleno jezdit po chodnících pouze do rychlosti 5 km/h. [33]

### ***Elektrické skateboardy***

Z právního hlediska lze na elektrickém skateboardu jezdit pouze na soukromém pozemku. Výjimku, ale zavedlo město Barcelona, které postavilo elektrické skateboardy na stejnou úroveň jako elektrokoloběžky. [33]

## **2.5.10 Švýcarská právní úprava**

### ***Elektrokola***

Podobně jako v jiných zemích, tak i ve Švýcarsku se rozlišují dva typy elektrokol. Tzv. „rychlá“ a „pomalá“. Pomalá elektrokola jsou schopna maximální rychlosti 25 km/h a rychlá 45 km/h. Oba typy jsou považovány za jízdní kolo, váží se k nim stejná pravidla jako pro cyklisty. Pomalé i rychlé kolo lze řídit od 14 let. Pomalé kolo lze řídit od 16 let bez řidičského oprávnění, to neplatí pro děti mladší, které musejí mít řidičský průkaz pro elektrokola kategorie M. Pro provoz rychlých elektrokol jsou pravidla přísnější, neboť kromě výše zmíněných je potřeba mít helmu, registrační značku a vinětu. [33]

### ***Elektrokoloběžky***

Stejně jako u elektrokola, jsou i elektrokoloběžky rozděleny do dvou kategorií. „Pomalé“ elektrokoloběžky mohou mít maximální výkon 500 W a dosahovat maximální konstrukční rychlosti 20 km/h. K tomu, aby elektrokoloběžka mohla být provozována na pozemních komunikacích, musí projít úředním schválením. Poté se na tyto elektrokoloběžky vztahují stejná pravidla jako na jízdní kola. Je tedy možné jezdit po cyklotrasách, naopak po chodnicích je to zakázáno. Helma, registrační značka ani pojištění nejsou též povinné. Řídit tento typ lze od 14 let, avšak s řidičským průkazem typu M, tato povinnost odpadá od věku 16 let. U dospělých jedinců je navíc stanovena tolerance alkoholu na hodnotu 0,5 promile. [33]

Druhou kategorii tvoří „rychlé elektrokoloběžky“, které mohou dosahovat až 45 km/h a mít výkon 1000 W. K takovýmto strojům se váže povinnost mít technický průkaz, registrační značku a pojištění odpovědnosti. Na řízení se vztahují stejná pravidla jako na řízení rychlého elektrokola. [33]

### ***Elektrické skateboardy***

S elektrickým skateboardem lze jezdit pouze na soukromém pozemku, který není např. parkovištěm, neboť to je veřejné. Důvodem je, že švýcarské právo takovýto dopravní prostředek nijak neupravuje. [33]

Odlišná pravidla platí pro segwaye a jednokolky, které jsou klasifikovány jako elektrokolo, pokud mají výkon do 2000 W a jejich rychlost nepřesáhne 20 km/h. [33]

## **2.6 TUNING/ČIPOVÁNÍ**

Tuning, odstranění omezovače, odblokování nebo čipování osobní elektrických dopravních prostředků jsou synonyma pro úpravu elektrokoloběžky za účelem zvýšení výkonu nebo maximální rychlosti nad 25 km/h. V této kapitole budou rozebrána úskalí, které čipování přináší a způsoby jakými se elektrokola, elektrokoloběžky a elektrické skateboardy čipují.

### **2.6.1 Elektrokola**

Jak je uvedeno v kapitole věnující se právní úpravě, tak elektrokolo, kterému dopomáhá elektromotor maximálně do rychlosti 25 km/h je považováno za jízdní kolo. To ale neznamená, že jezdec není schopen jet i rychleji, jen mu k tomu elektromotor již nedopomůže. Hlavním důvodem omezení je bezpečnost jezdce tak i ostatních účastníků provozu. Rychlostní rozdíl mezi

cyklistou na rychlém elektro kole omezeném např. na 50 km/h a dítětem na běžném jízdním kole, pohybující se na stejné cyklostezce by byl propastný.

Z čipování elektrokol plyne řada rizik, patří mezi ně technické problémy, neboť na vyšší rychlost není baterie, motor ani ostatní komponenty dimenzovány, a navíc se podstatně sníží dojezd. Při zvýšení rychlosti až na dvojnásobek může dojít k přehřátí motoru i baterie. [50]

Dalším nevýhodou je ztráta záruky a zneplatnění záručních nároků, neboť řada výrobců tuto úpravu neschvaluje. Dokonce v rámci Konfederace evropského cyklistického průmyslu, se 15 národních asociací cyklistického průmyslu a 68 společností přihlásilo k závazku zabránit majitelům v čipování jejich elektrokol za účelem zvýšení rychlosti a výkonu. Například společnost Bosch vytvořila aktualizaci, která při opakovaném pokusu o zvýšení rychlosti zablokuje motor kola. [50]

Dalším negativem plynoucím z čipování elektrokol jsou vážné právní důsledky – minimálně pokuta od 5000 do 10000 za řízení technicky nezpůsobilého vozidla k provozu na pozemních komunikacích § 125c odst. 1 písm. a) bod 3. zákona č. 361/2000 Sb. (v zahraničí např. Francii může pokuta dosáhnout až 30 000 EUR a rok odnětí svobody). O to vážnější, pokud je takovým elektro kolem způsobena nehoda, to může mít za následek vysoké náklady na odpovědnost (pokud bylo sjednáno pojištění odpovědnosti, tak při nehodě na technicky nezpůsobilém vozidle nelze uplatnit), a dokonce i trestní stíhání. [50]

I přes výše zmíněná negativa prodejci čip tuning elektrokol nabízejí. Z dotazníkového šetření Centra dopravního výzkumu vyplynulo, že 12,5 % zákazníků (68 z 545) byla tato úprava při nákupu elektro kola nabídnuta. Dalším dotazem bylo, zdali je respondentovo kolo opatřeno tuningem, který dopomáhá při rychlostech vyšších než 25 km/h. Celkem 8,2 % (48 z 583) respondentů si chiptuning pořídilo již při zakoupení elektro kola a dalších 5,7 % (33 z 583) si jej pořídilo dodatečně. Z těchto respondentů 13,6 % nevědělo, že takové elektro kolo není způsobilé k provozu na pozemních komunikacích. Z průzkumu dále vyplynulo, že z 60 prodejců elektrokol napříč Českou republikou nabízí zrychlení elektro kola jedna třetina z nich, avšak někteří z nich potvrdili, že zákazníky upozorňují na rozpor s právní úpravou a někteří jej nabízejí až po uplynutí záruční lhůty. [50]

### ***Způsoby chip tuningu***

**Čip** – první možností je zakoupení čipu tzv. speed boxu, který se připojuje k elektromotoru. Cena takového čipu je cca od 4 až po 7 tisíc Kč. Cena závisí na komplexitě funkcí a pro jakou značku elektromotoru je čip určen. Dražší čipy mohou být zapínány a vypínány

z mobilního telefonu přes Bluetooth. Kromě aktivace přes Bluetooth je možné čip aktivovat na displeji kola, pomocí tlačítek je to otázka několika sekund. K zapnutí speed boxu dojde pomocí tlačítka „Light“, „Walk“ nebo kombinací tlačítek buď se šipkami (↑ ↓ ↑ ↓) nebo znaménky (+-+). Vždy záleží typu displeje. Přes displej/aplikaci si pak lze nastavit různé rychlostní limity, při kterých se vypne dopomoc elektromotoru. [51]



Obr. č. 19: Speedbox pro motor Bosch [51]

Montáž speed boxu je velmi jednoduchá a trvá v řádech minut. Stačí odmontovat kryt elektromotoru, pod kterým se skrývá kabeláž, připojit k sobě správné konektory a opět kryt namontovat. Následně je potřeba speed box aktivovat přes displej elektrokola. [51]

**Software** – druhou možností je čistě softwarová úprava, kterou nabízejí někteří prodejci kol a cyklo servisy. Změnit je možné jak výkon nebo rychlost, tak i počet stupňů asistence, maximální rychlost jednotlivých stupňů, výkon při rozjezdu aj. [52]

Tuto úpravu je možné provést i bez návštěvy cykloservisu. Avšak je potřeba, aby majitel, který si chce kolo načipovat, měl potřebný kabel, pro připojení elektrokola k počítači. Takovýto kabel lze sehnat např. na webových stránkách [www.fasterbikes.eu](http://www.fasterbikes.eu).

Další možností softwarového čipování tzv. na vlastní pěst je pomocí displeje, na kterém jezdec zmáčkne tlačítka v požadovaném pořadí, zadá PIN pro úpravu nastavení a následně zadá rychlost do které chce, aby mu elektromotor asistoval. Tyto informace výrobcí nezveřejňují, proto je potřeba pro jejich získání důkladně prohledat různá fóra nebo videa na internetu, a to i v cizích jazycích. Avšak v případě, že uživatel na tento způsob přijde, tak je velmi jednoduché a rychlé nastavení elektrokola změnit.

**Změna polohy magnetu** – tato úprava je poměrně dost kutilského charakteru a spočívá v tom, že se „oblbné“ řídicí jednotka elektrokola změnou polohy magnetu a snímače, který snímá rychlost otáčení ráfku. Magnet, který je na ráfku (nebo jakýkoliv jiný magnet) se připevní na kliku a snímač na rám, tak aby byl magnet snímán. Výsledkem je, že se kliky otáčejí podstatně pomaleji než ráfek, proto si elektrokolo myslí, že je rychlost nízká i když hranice 25 km/h byla již dávno překonána.



## 2.6.2 Elektrokoloběžky

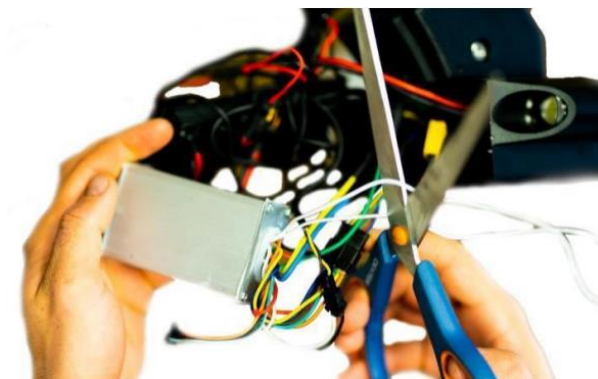
Stejně jako elektrokola, tak i velká spousta elektrokoloběžek je schopna rychlejší jízdy, než právní úpravou povolených 25 km/h. Toto omezení je opět kvůli bezpečnosti jezdce a jeho okolí. V případě, že se jezdec přeci jen rozhodne pro odblokování koloběžky, tak by si měl uvědomit, že podstupuje řadu rizik (možnou ztrátu záruky, jízdu na dopravním prostředku nezpůsobilém pro provoz na pozemních komunikacích aj.). Ke zvýšení rychlosti elektrokoloběžky vedou dvě cesty, a to úprava hardwaru či softwaru.

**Hardwarová úprava** – spočívá v odpojení či přestřížení drátu omezovače. Samotný prodejce sportovního vybavení (včetně elektrokoloběžek) InSPORTline uvádí v manuálu k elektrokoloběžce Voltero možnost deaktivace omezovače, rozpojením drátů omezovače. Tyto dráty se ukrývají společně s řídicí jednotkou a baterií v deku elektrokoloběžky. [53]



Obr. č. 20: Deaktivace omezovače rychlosti rozpojením drátků [53]

Radikálnější úpravou je přestřížení drátu omezovače. Tuto z určitého úhlu pohledu nenávratnou úpravu popisuje v Návodu na mechanické odblokování maximální rychlosti výrobce Techlife, např. u elektrokoloběžky Techlife X5. [54]



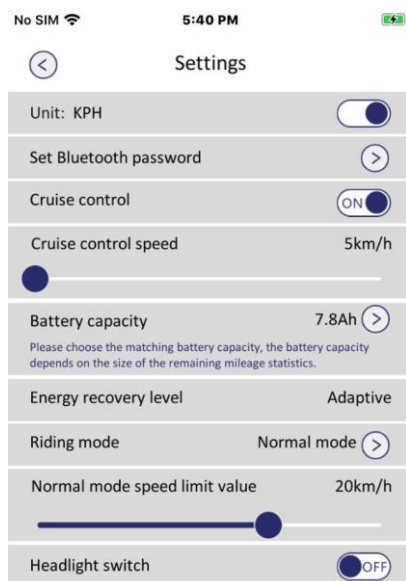
Obr. č. 21: Deaktivace omezovače rychlosti přestřížením drátků [54]

**Softwarová úprava** – existují dvě hlavní možnosti, jak touto cestou upravit maximální rychlost. První možností je skrze LCD display (viz. obrázek níže) přímo na elektrokoloběžce, kde po stisknutí tlačítek MODE a POWER (v některých případech také po zadání PINu), se uživatel dostane do tzv. rozhraní „PSETTINGS“, kde je schopen měnit maximální rychlost elektrokoloběžky. Některé elektrokoloběžky umožňují měnit maximální rychlost 5x stisknutím tlačítka MODE, což způsobí objevení či zmizení rámečku okolo zvolené rychlosti (na obrázku níže je to č. 2). Další možností, jak odblokovat maximální rychlost skrze tento display, je že elektrokoloběžka je spuštěna tak, že je současně drženo tlačítko POWER a plynová páčka. [55]



Obr. č. 22: LCD displej [56]

Druhou možností, jak softwarově odblokovat rychlost je pomocí aplikace v chytrém telefonu. Toto je možné u některých elektrokoloběžek, ke kterým se lze připojit pomocí Bluetooth. Aplikace, které toto umožňují jsou např. MINIROBOT u koloběžky Voltaik SRG250 nebo u velmi populárních elektrokoloběžek Xiaomi Scooter M365 lze využít aplikace m365 DownG. Tyto aplikace umožňují nastavovat různé technické parametry včetně rychlostí pro jednotlivé jízdní režimy.



Obr. č. 23: Aplikace pro elektrokoloběžku Sencor [57]

Možností, jak odblokovat maximální rychlost elektrokoloběžky skrze LCD displej nebo aplikaci, existuje celá řada. Vždy záleží na konkrétním modelu elektrokoloběžky. Některé druhy elektrokoloběžek např. tzv. choperů, využívají k odblokování postup takový, že je současně držen „plný plyn“ (otočná rukojeť) a brzdová páčka, následně je elektrokoloběžka „nastartována“ a po osmi sekundách je omezovač vypnut.

## **2.7 PROBLEMATIKA**

Tato kapitola se věnuje problematice provozu osobních dopravních prostředků, především elektrokol, elektrokoloběžek a elektrických skateboardů.

### **2.7.1 Elektrokola**

Elektrokola jsou na českém trhu čím dál více populární. Svědčí o tom fakt, že se jejich prodej v roce 2021 zvýšil o 2,5 procenta na 123 tisíc kusů. Největší zájem je o kategorii horských elektrokol, ta tvoří až 62 % prodejů. Oproti tomu městka a skládací elektrokola tvoří pouze 11.5 %. To, že elektrokola nejsou levnou záležitostí, potvrzuje skutečnost, že průměrná cena elektrokola prodaného v České republice, se pohybovala mezi 45 a 65 tisíci korunami. [58]

O elektrokola rostl zájem i mimo hranice ČR. V celé Evropské unii se prodalo v roce 2021 celkem 22 milionu kol, ze kterých 5 milionů kol tvořily elektrokola. Hodnota realizovaných prodejů dosáhla 197 miliard eur, což je o 7,5 % více než v roce 2020. [59]

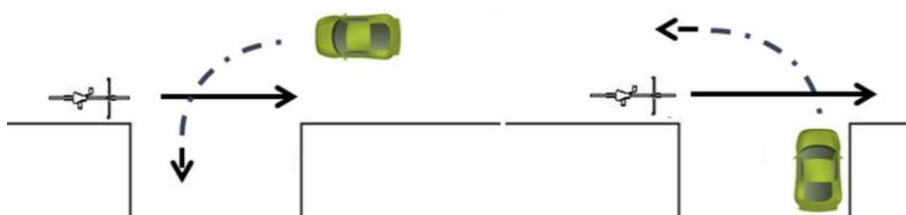
Za zvyšujícími se prodeji elektrokol v poslední době stála z velké části pandemie Covid - 19. Která nejdříve trh s elektrokoly oslabil, avšak po jejím ústupu se o ně spotřebitelé začali zajímat o to více. Neboť řada z nich jimi nahradila hromadnou dopravu. Kromě využívání elektrokol k dojíždění do práce či při sportu, lze očekávat, že si své místo elektrokola najdou též v logistice či dále posílí tzv. bikesharing. Předpokládá se, že Německo, Nizozemsko a Francie budou hrát klíčovou roli na evropském trhu elektrokol. [60]

Zvýšený zájem o elektrická kola s sebou přináší též svá úskalí. Především v bezpečnosti. Výzkum, který byl proveden nizozemským institutem pro výzkum bezpečnosti silničního provozu zjistil, že riziko vzniku nehody elektrokola nemusí být nutně vyšší než u běžného jízdního kola, což je ale rozdílné, tak závažnost zranění, která bývají kritičtější především u starších lidí. Nicméně ani ostatní věkové kategorie nejsou z rizika úrazu nijak vyňaty, neboť elektrická kola jsou těžší a mají odlišné vlastnosti vzhledem k těžišti a intenzivnějšímu zrychlení. [61]

Za alarmující lze považovat též německou federální statistiku, která odhalila, že u elektrokola existuje dvakrát vyšší riziko smrtelné nehody než u běžného jízdního kola. [61]

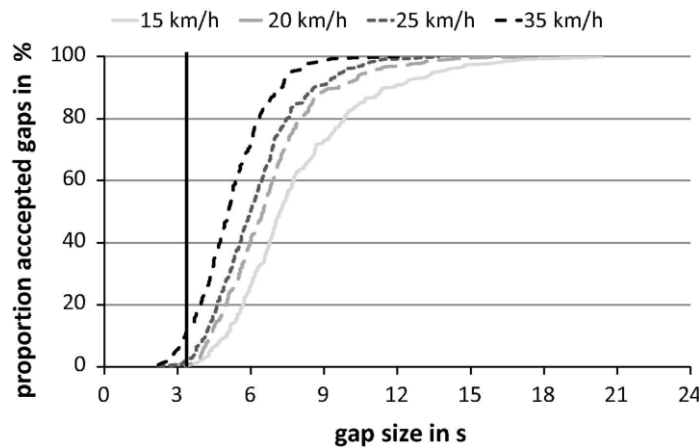
Článek *Electric bicycle-related injuries presenting to a provincial hospital in China* se zaměřuje na zranění související s jízdou na elektrických jízdních kolech. Celkový vzorek byl 482 případů. Nejčastěji (v 56,5 %) došlo ke zlomeninám, otřesu mozku (23,4 %), modřinám (4,5 %) a pohmožděninám (5,8 %). Při jízdě na kole je jednou z nejvíce ohrožených oblastí hlava. Bohužel právě ta byla dle zjištění, poraněna nejčastěji a to v 31,1 %. Dále je při pádu z elektrokola velmi časté mnohačetné poranění. Dle průzkumu k němu došlo ve 26 % případů. Na třetí příčce se umístilo poranění dolních končetin (22,8 %). [62]

Značným problémem pro motoristy je, že elektrokolo se pohybuje o poznání vyšší rychlostí než běžné jízdní kolo. To následně vede k různým kolizním situacím, především kdy řidič předpokládá, že jezdec na elektrokole jede pomaleji než ve skutečnosti (správně neodhadne jezdcovu rychlost) např. při jízdě do kopce. Důvodem je, že řidič ani nemá šanci postřehnout, že se jedná o elektrokolo, neboť konstrukční rozdíly jsou na první pohled minimální. Cílem experimentu, o kterém pojednává článek *Drivers' gap acceptance in front of approaching bicycles – Effects of bicycle speed and bicycle type* bylo zjištění, jak velký prostor dává řidič jezdcovi na elektrokole a na běžném jízdním kole při připojování automobilu na hlavní silnici, po které jede (elektro)kolo a při odbočování. [63]



Obr. č. 24: Schéma experimentu [63]

Výsledkem bylo, že řidiči dávali jezdcům na elektrokole (rychlejší kolo) méně prostoru, resp. zahajovali jízdní manévry později, než když se k nim blížilo běžné jízdní kolo. Jedním z možných vysvětlení tohoto počinání je, že se řidiči rozhodovali pro zahájení manévru na základě jezdcova držení těla a frekvence šlapání. Neboť podpora elektromotoru, vede k vyšším rychlostem s nižší námahou (nižší frekvencí šlapání). To v řidiči může vyvolat dojem pomalé jízdy a o to více při jízdě do kopce. Na obrázku níže můžeme vidět vztah mezi časem, zahájení manévru před příjezdem cyklisty a procentem řidičů. Kritická hodnota byla, když řidič započal jízdní manévry 3,14 sekundy před příjezdem cyklisty. Z obrázku je jasně patrné, že část řidičů zahájilo jízdní manévry i pod touto hranicí především, když se k nim blížilo rychle jedoucí kolo. Na základě tohoto výsledku lze říci, že jezdci na elektrokolech jsou vystaveni vyššímu riziku vzniku kritické situace. [63]



Obr. č. 25: Čas mezi řidičovým zahájením manévru a příjezdem cyklisty [63]

Článek *The influence of speed, cyclists' age, pedaling frequency, and observer age on observers' time to arrival judgments of approaching bicycles and e-bikes* navazuje na předchozí poznatky, že ostatní účastníci silničního provozu špatně odhadují rychlost blížícího se elektrokola. Jeden z jezdců popsal, že při jízdě na elektrokole musí více předpovídat, neboť ostatní často nepředpokládají, že se k nim kolo blíží tak rychle. Z toho pramenily situace, kdy ho řidiči často ohrozili, neboť si mysleli, že mají (např. při připojování do jízdního pruhu) spoustu času. Data ukazují, že u nehod s běžnými jízdními koly byla vina z 61 % shledána u druhé z účastněných stran oproti tomu u elektrokol to bylo 70 %. Za chybným úsudkem stojí kromě jiného také fakt, že elektrokola často využívají starší lidé, u kterých řidiči neočekávají, že by mohli dosahovat rychlostí okolo 25 km/h, tento předpoklad/stereotyp podporuje úsudek, který vede k rozhodnutí ohrožující jezdcce. Vysokou rychlost elektrokola v očích ostatních účastníků provozu zkrusluje také skutečnost, že jezdec šlape s nižší frekvencí a celkově vyvíjí menší úsilí, jednoduše lze říci, že se tolik nezapotí, proto je u těchto jezdců předpokládána nižší rychlost. Řešením může být větší osvěta řidičů o existenci elektrokol a jejich rychlostech, či jejich zjevné odlišení od běžných jízdních kol. [64]

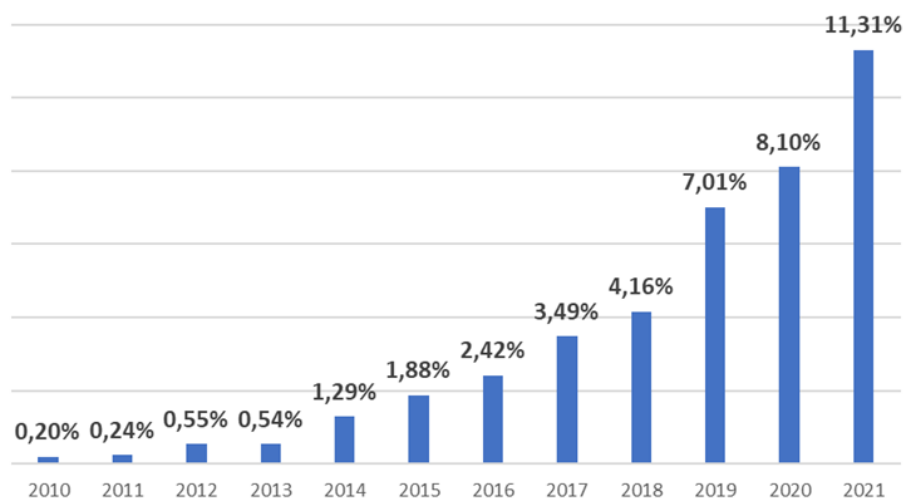
Studie *Are the e-bikes more dangerous than traditional bicycles?* se zabývala porovnáním průměrných rychlostí mezi běžnými jízdními koly a elektrickými koly. Vyplývá z ní, že jezdci, kteří na kole běžně dosahují průměrné rychlosti od cca 10 km/h po cca 16 km/h, nemají problém dosáhnout na elektrokole průměrné rychlosti téměř 25 km/h i když jsou vyššího věku (60+). [65]

Studie *Investigating cycling kinematics and braking maneuvers in the real world: e-bikes make cyclists move faster, brake harder, and experience new conflicts* se zabývá rozdíly v jízdě na elektrokole a jízdním kole. Jak se dalo očekávat, tak všichni cyklisté, kteří se účastnili experimentu, jeli na elektrokole rychleji než na jízdním kole. Nárůst v rychlosti byl mezi 7–31 %, to odpovídá 1,5 km/h až 5 km/h. Při jízdě na elektrokole se jezdci častěji pohybovali v rychlostech převyšujících 30

km/h v porovnání s běžným jízdním kolem. Další zkoumanou oblastí bylo brzdění. Při jízdě na elektrokole musel jezdec na trase vedoucí skrze město zabrzdit 150krát, z čehož 58krát bylo brzdění neplánované a existovalo zde vysoké riziko nehody např. kvůli autu, cyklistovi či chodci. Oproti tomu na jízdním kole byly tyto hodnoty nižší – na úrovni 136 a 35. [66]

Jízda na elektrokole je riziková především pro osoby staršího věku/seniory, kteří dosahují o poznání vyšších rychlostí než na běžném jízdním kole, navíc jejich tělesná schránka je mnohem křehčí. To potvrzuje fakt, že devět z jedenácti cyklistů na elektrokole, kteří zemřeli při autonehodě v Dánsku v letech 2014 a 2015 bylo starších 70 let. [67]

V České republice se s růstem prodeje elektrokol, také prudce zvyšuje počet nehod cyklistů na elektrokolech. V roce 2021 tvořily nehody na elektrokolech 11,31 % ze všech nehod cyklistů, což je 2,5krát více než v roce 2018. Zajímavý rozdíl je ten, že u běžných jízdních kol tvoří největší podíl na nehodách cyklisté ve věku 39–45 let. Oproti tomu na elektrokolech jsou tvořeny z 52 % cyklisty ve věku 54 až 73 let a z 20 % cyklisty ve věku 67–73 let. [68]



Graf č. 1: Vývoj podílu nehod elektrokol na celkovém počtu nehod cyklistů [68]

## 2.7.2 Elektroloběžky

Za masové rozšíření elektrických koloběžek stojí společnosti, které elektroloběžky půjčují. Poprvé byly uvedeny do ulic v roce 2017 v San Franciscu. Po několika letech se tento trend rozšířil do více než 100 měst po celém světě. Tyto koloběžky jsou kontrolovány sítěmi půjčoven a uživatelé k nim mají jednoduchý přístup přes aplikaci v telefonech. Toto řešení transportu lidí ale představuje nový problém bezpečnosti ve veřejném prostoru, kterému musí města čelit. I když společnosti, které koloběžky půjčují, vydaly bezpečnostní doporučení pro uživatele, jako je používání přileb, ježdění pouze po silnicích (nikoliv po chodnících), věkové omezení od 18 let aj., tak tato pravidla nejsou často dodržována. Tyto skutečnosti pak vedou

k nehodám a zvýšené vytiženosti nemocnic. Proč je tedy tento způsob dopravy tak populární? Ve srovnání s jinými způsoby dopravy se elektrokoloběžky staly jeden z nejdostupnějších způsobů městské dopravy, protože jsou levné na provoz a mají nulové lokální emise. [69]

Další článek se zabývá nehodovostí sdílených elektrokoloběžek ve švédských městech, které provozuje například společnost Lime, která je globálním hráčem v jejich sdílení. Elektrokoloběžky jsou propagovány k transportu na tzv. poslední míli, avšak jejich uživatelé je z 68 % využívají k zábavě. V případě nehody, bylo nejběžnější, že jezdec se stal jejím jediným účastníkem, a to v důsledku smyku, vybočení ze směru jízdy, kontaktu s obrubníkem aj. V 28–58 % takovýchto nehod došlo ke zranění hlavy, jehož závažnost se zvyšuje s absencí helmy. Pokud jde o smrtelné nehody, 80 % se stalo při účasti motorového vozidla. Tento článek také poukazuje na problém sdílení chodníků jezdci na koloběžkách s chodci, kdy se 65 % z chodců při sdílení chodníku necítí bezpečně. Není se čemu divit, neboť chodci tvořili osm procent ze zúčastněných při nehodě s elektrokoloběžkou. [70]

Článek *Injuries Associated with standing electric scooter use* pojednává o zdravotních záznamech pacientů, kteří se zranili při jízdě na elektrokoloběžce mezi 1. zářím 2017 a 31. srpnem 2018. Za toto sledované období nemocnice přijala 249 takových pacientů, ze kterých 91,6 % byly zranění jako jezdci a 8,4 % z nich byli chodci. Je velmi znepokojující, že pouze 4,4 % uživatelů elektrokoloběžek mělo přilbu. Nejčastější bylo poranění hlavy (40,2 %), zlomeniny (31,7 %) nebo tržné rány (27,7 %). Pacienti, kteří měli těžká zranění a museli být hospitalizováni na jednotce intenzivní péče, tvořili cca 1 % ze sledovaného vzorku. [71]

Autoři článku *Safety of micro-mobility: Analysis of E-Scooter crashes by mining news reports* se zabývali nehodovostí elektrokoloběžek ve Spojených státech amerických. Výsledkem jejich studie je soubor dat, ze kterého lze vyčíst, že od roku 2018 neustále roste počet nehod do kterých jsou zapojeny elektrokoloběžky. Většina těchto nehod se odehrává v letních měsících a většinou jsou do nich zapojeni muži, a to až ze 75 %, typicky ve věku 18 až 40 let. Nejtypičtější incidentem bylo sražení autem, které zaujímal téměř 70 %. Méně časté případy nehod byly: spadnutí z elektrokoloběžky, nehoda s chodcem či střet s cyklistou. Další důležitou informací, která potvrzuje rizikost jízdy na tomto druhu dopravního prostředku je, že více než polovina z nahlášených jezdců skončila s těžkým poraněním či dokonce někteří z nich podlehli svým zraněním. Důležitou informací je, že z cyklostezek nebyla nahlášena žádná nehoda, což naznačuje, že jízda na elektrokoloběžce ve vyhrazeném prostoru (dopravním pásu), může značně snížit konflikty s jinými účastníky. [72]

Problematikou sdílení chodníků chodci s uživateli elektrokoloběžek se zabývá studie *Sharing the sidewalk: A case of E-scooter related pedestrian injury*, která poukazuje na potřebu zvážit bezpečnost nejen jezdce, tak i chodce. Neboť jak již bylo zmíněno výše, téměř osm procent zraněných byli chodci (v souvislosti s elektrokoloběžkami). Avšak důležité je zjištění, že tři čtvrtiny z nich tvořili děti nebo senioři. V porovnání s jezdci na koloběžkách byli chodci vážněji poraněni. Pro chodce mohou být nebezpečné i špatně zaparkované elektrokoloběžky, které jejich uživatelé bezohledně parkují i uprostřed chodníku. [73]

Článek *Users' attitudes on electric scooter riding speed on shared footpath: A virtual reality study* se zabývá problematikou sdílených chodníků chodci s uživateli elektrokoloběžek a jinými elektrickými dopravními prostředky. Jako hlavní problém se jeví chybějící pravidla, kterými by se měli všichni řídit, tak aby nedocházelo k vzájemnému ohrožení. Prostřednictvím online průzkumu bylo 70 % procent chodců pro zavedení rychlostního limitu nižšího než 15 km/h pro uživatele elektrokoloběžek. V případě, že by se maximální rychlost snížila z 15 km/h na 10 km/h, tak by došlo ke 20–50% snížení pravděpodobnosti vážných zranění. Z průzkumu pomocí virtuální reality, které se zúčastnilo 30 chodců a 30 uživatelů elektrokoloběžek, vzešly výsledky, že při jízdě "v tváři v tvář" se nejvíce bezpečně cítili chodci při rychlosti elektrokoloběžky 15 km/h (nikoliv při 10 km/h či 20 km/h). Možným vysvětlením je to, že pomalá rychlost znamená delší interakci s protijedoucím jezdce, což zdánlivě ovlivňuje pocit bezpečí chodců. Na druhou stranu u jezdce se se snižující rychlostí zvyšovala vnímaná úroveň bezpečí. Co se týče předjíždění při stejném směru pohybu. Pocit bezpečnosti obou skupin roste s klesající rychlostí. Zvláště při rychlosti 20 km/h se pouze 13 % chodců cítilo bezpečně. To je dáno především tím, že chodci o jezdci při předjíždění nevědí, nemají s ním žádný vizuální kontakt. Z pohledu jezdce je zase poměrně obtížné předvídat pohyb chodců. Výsledkem je, že předjíždění rychlostí 10 km/h je spojeno s vyšším pocitem bezpečnosti, avšak při jízdě v tváři v tvář je bezpečněji vnímaná rychlost 15 km/h. Celkově se jezdci na elektrokoloběžkách cítí bezpečněji než chodci, což lze přičítat tomu, že chodci jsou mnohem zranitelnější. Domnělý pocit větší bezpečnosti jezdce, může podporovat jejich hazardnější chování. Bezpečnost je prvořadá a nižší rychlost značně snižuje pravděpodobnost závažných zranění při kolizích. Možným řešením by mohlo být zavedení proměnlivé maximální rychlosti, 10 km/h při předjíždění a 15 km/h při jízdě v tváři v tvář. [74]

Počet nehod a s tím souvisejících zranění se zvyšuje společně s rostoucí oblibou elektrokoloběžek též v České republice. Jak bylo zmíněno výše, tak i zde není výjimkou, že nejčastější je poranění hlavy a zlomeniny končetin. Jedním z problémů je, že většina uživatelů nemá povědomí o povinnostech spojených s těmito dopravními prostředky. Navíc se často nevěnují plně řízení a při jízdě drží např. telefon či kávu nebo mají nasazená sluchátka a jsou tak



určným způsobem odříznuti od okolí. Co se týče databáze nehod elektrokoloběžek, tak ta neexistuje. K dispozici je pouze pro kategorii jízdních kol, kam spadají též elektrokola a elektrokoloběžky. Navíc většina takovýchto nehod není ve skutečnosti nahlášena, vyšetřována, a tedy i zaznamenána Policií ČR. Co ale lze s jistotou říci, tak že zdravotní záchranná služba v roce 2015 zasahovala u 16 nehod spojených s koloběžkami, oproti tomu v roce 2022 (k 22.6.) to bylo již 92 zásahů. [75]

### **2.7.3 Elektrické skateboardy**

Kromě kol a koloběžek se elektrifikace nevyhnula ani skateboardům. Avšak stejně jako u dvou předešlých dopravních prostředků, tak i u elektrického skateboardu existují rizika spojená s jeho provozem, která z něj mohou dělat nebezpečné náčiní. Hlavním problémem je rychlost. Která bez problému dosahuje vysokých hodnot, vždy záleží na typu. Ty levné mají maximální rychlost cca 20 km/h, avšak ty dražší nemají problém přesáhnout 50 km/h. Obě tyto rychlosti jsou nebezpečné, zvláště, když na takovém elektrickém skateboardu jede začátečník. Dalším problémem je brzdění, neboť tyto stroje využívají regenerativního brzdění, které je méně účinné než brzdy mechanické, kterými skateboard není a ani nemůže být vybaven (jezdec se nemá o co zapřít). Jedním ze závažných nedostatků elektrických skateboardů je jejich špatná manévrovatelnost, a to především ve vysokých rychlostech. Při testování bylo běžné že jezdec při snaze ostře odbočit spadl. [76]

To že elektrický skateboard může být velmi nebezpečný dopravní prostředek dokazuje zpráva o úmrtí 38letého muže, který po nehodě na elektrickém skateboardu a po desetidenní hospitalizaci v nemocnici zemřel. Dle záchranných složek nebyl do incidentu zapleten kdokoliv jiný. [77]

Většina nehod na elektrických skateboardech nekončí fatálně. Typickými zraněními jsou odřeniny, modřiny, zlomeniny končetin, výrony či časté poranění hlavy, zvláště když jezdec neměl přilbu. [78]

### **2.7.4 Shrnutí**

Vzhledem k rostoucímu množství dopravních nehod a dalším výše uvedeným informacím, lze jasně konstatovat, že pro potřebu analýzy dopravních nehod zahrnující dopravní prostředky spadající do kategorie tzv. mikromobility, je potřeba zabývat se skutečnými dynamickými parametry těchto vozidel. Jejich zjištění je jedním z cílů této diplomové práce.

## 3 SOUČASNÝ STAV

### 3.1 ELEKTROKOLA

Měřením různých manévrů šesti cyklistů na běžných kolech a jednom elektrokole se zabývala Ing. Kateřina Špačková z Ústavu soudního inženýrství v Brně, která měřila hodnoty zpomalení kol při použití jednotlivých brzd samostatně a následně současně v různých rychlostech.

Hodnota brzdného zpomalení z rychlosti 15 km/h při využití pouze zadní brzdy dosahovala u elektrokola, které bylo vybaveno hydraulickými kotoučovými brzdami  $7,2 \text{ m/s}^2$  (průměrná hodnota byla  $3,8 \text{ m/s}^2$ ), při stejné rychlosti a použití pouze přední brzdy byla hodnota zpomalení  $5,83 \text{ m/s}^2$  ( $6,19 \text{ m/s}^2$ ), při využití obou brzd bylo průměrné zpomalení rovno  $6,3 \text{ m/s}^2$  ( $5 \text{ m/s}^2$ ). Při rychlosti 25 km/h byly hodnoty zpomalení u elektrokola rovny  $2,7 \text{ m/s}^2$  ( $3 \text{ m/s}^2$ ),  $3,4 \text{ m/s}^2$  ( $4,5 \text{ m/s}^2$ ) a  $4,4 \text{ m/s}^2$  ( $5,6 \text{ m/s}^2$ ). [79]

Druhou disciplínou bylo měření zrychlení na rovině, které ovládlo elektrokolo s maximální hodnotou zrychlení lehce přes  $1,8 \text{ m/s}^2$ , v případě, kdy byla vyřazena asistence elektromotoru, dosáhla hodnota při stejném převodovém stupni hodnoty pouze lehce pod  $1 \text{ m/s}^2$ . [79]

Předmětem dalšího měření bylo příčné přemístění o 0,5 m ve kterém elektrokolo při rychlosti 10 km/h dosáhlo hodnoty  $2,08 \text{ m/s}^2$  a při příčném přemístění o 2,5 m a rychlosti 20 km/h dokonce  $3,81 \text{ m/s}^2$ . [79]

Jednou z disciplín byla jízda obloukem, u které byla zjišťován maximální bezpečná rychlost pro projetí daného oblouku. Elektrokolo mělo v této disciplíně nejhorší výsledky, především protože jezdec na elektrokole (77 let) dbal pochopitelně více na vlastní bezpečnost než na maximální dosaženou hodnotu. Elektrokolo dosáhlo průměrné rychlosti v oblouku o poloměru 3 m 11 km/h, 6 m 12 km/h a 9 m 13 km/h. Oproti tomu nejrychlejší jezdec na běžném kole dosáhl hodnot 22 km/h, 22 km/h a 26 km/h. [79]

### 3.2 ELEKTROKOLOBĚŽKY

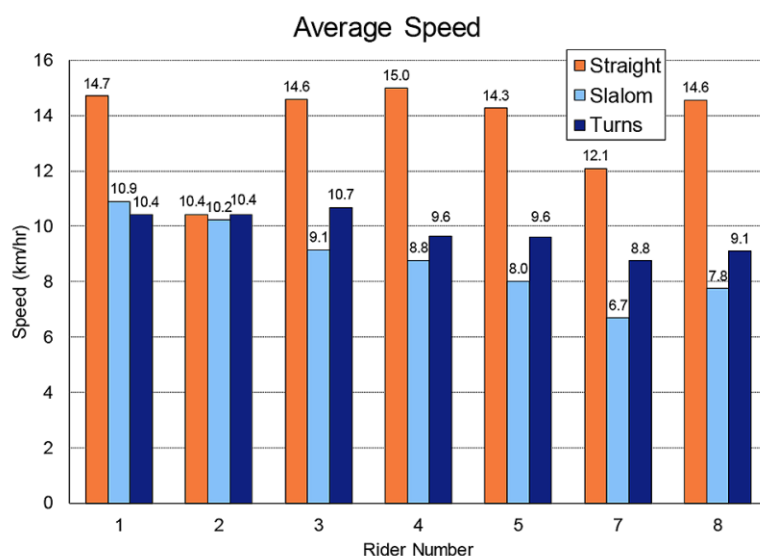
Z článku *Exploring Performances of Electric Micro-Mobility Vehicles and Behavioural Patterns of Riders for In-Depth Accident Analysis* zabývající se dynamikou elektrokol a elektrokoloběžek vyplynulo, že elektrokoloběžka s výkonem 250 W je schopna zrychlit na maximální rychlost 25 km/h na dráze 40 m se zrychlením  $0,6 \text{ s}^2$ . [80]

Článek *Micro-Mobility Vehicle Dynamics and Rider Kinematics during Electric Scooter Riding* se zabývá dynamikou elektrokoloběžek. Vzhledem k hmotnosti elektrokoloběžky v porovnání s průměrným jezdcem, je její stabilita závislá na faktorech jako je postoj či držení řídítek při jízdě. [81]

K měření byla využita elektrokoloběžka s hmotností okolo 13 kilo. Na levé straně řídítek byla páčka pro ovládání zadní kotoučové brzdy a na pravé straně řídítek páčka pro ovládání plynu. Data byla získávána za pomoci zařízení Plex VMU 900 HD a kamer Go Pro. Testovací jezdci byli složeni z mužů i žen různého věku a s různou zkušeností s jízdou na elektrokoloběžce. [81]

Testovací polygon určený pro měření byl rozdělen na čtyři stanoviště. Na prvním stanovišti se účastníci rozjeli s plným plynem a následně zastavili, to vše na dráze 76 metrů. Druhé stanoviště byl slalom s pěti kužely a šířkou dráhy 1,5 metru, tak aby se simulovalo vyhýbání se chodcům na chodníku. Na dalším stanovišti se jezdci rozjeli opět s plným plynem a na povel se snažili zastavit s maximálním zpomalením. Poslední test byla jízda v obloucích se zmenšujícími se poloměry. [81]

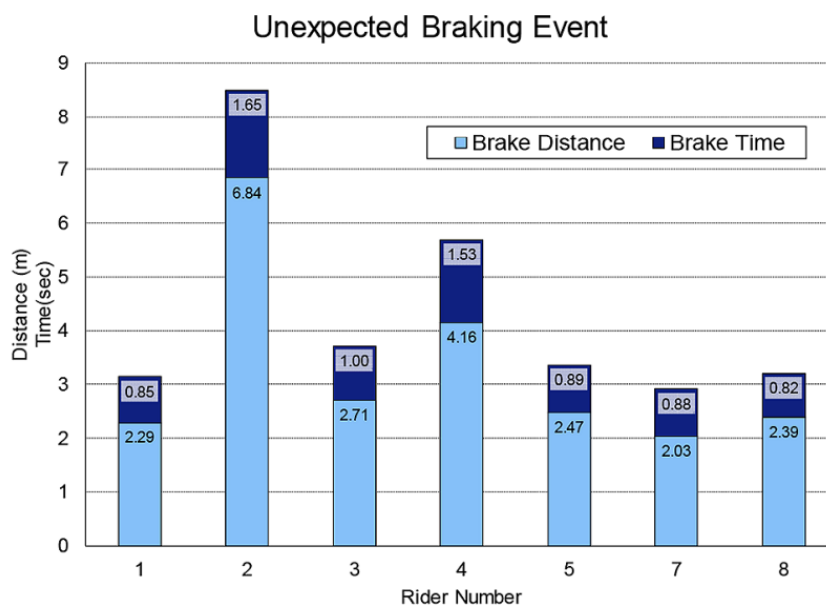
Na 75 metrů dlouhé dráze na které měl jezdec co nejvíce zrychlit a následně zpomalovat až do úplného zastavení, se průměrně rychlost pohybovala okolo  $13,7 \pm 1,6$  km/h. nejnižší rychlost byla během slalomu, dosáhla hodnoty  $8,8 \pm 1,3$  km/h. [81]



Graf č. 2: Průměrná rychlost na rovině, při slalomu a při odbočování [81]

Úhel náklonu celé koloběžky byl opět největší při jízdě do zatáček a při slalomu, kdy se tato hodnota pohybovala mezi 12 až 24 stupni. Při přímé jízdě se tato hodnota pohybovala pouze okolo 8 stupňů. [81]

Dalším měřeným parametrem bylo neočekávané brzdění, u kterého byly měřeny hodnoty dráhy a času. Čas potřebný pro zastavení byl  $1,1 \pm 0,3$  sekundy a dráha  $3,3 \pm 1,5$  metru. Z těchto hodnot lze vypočítat zpomalení, které kolísalo poměrně výrazně a to od  $3,5 \text{ m/s}^2$  až po  $7,1 \text{ m/s}^2$ . [81]



Graf č. 3: Dráha a čas při zpomalení [81]

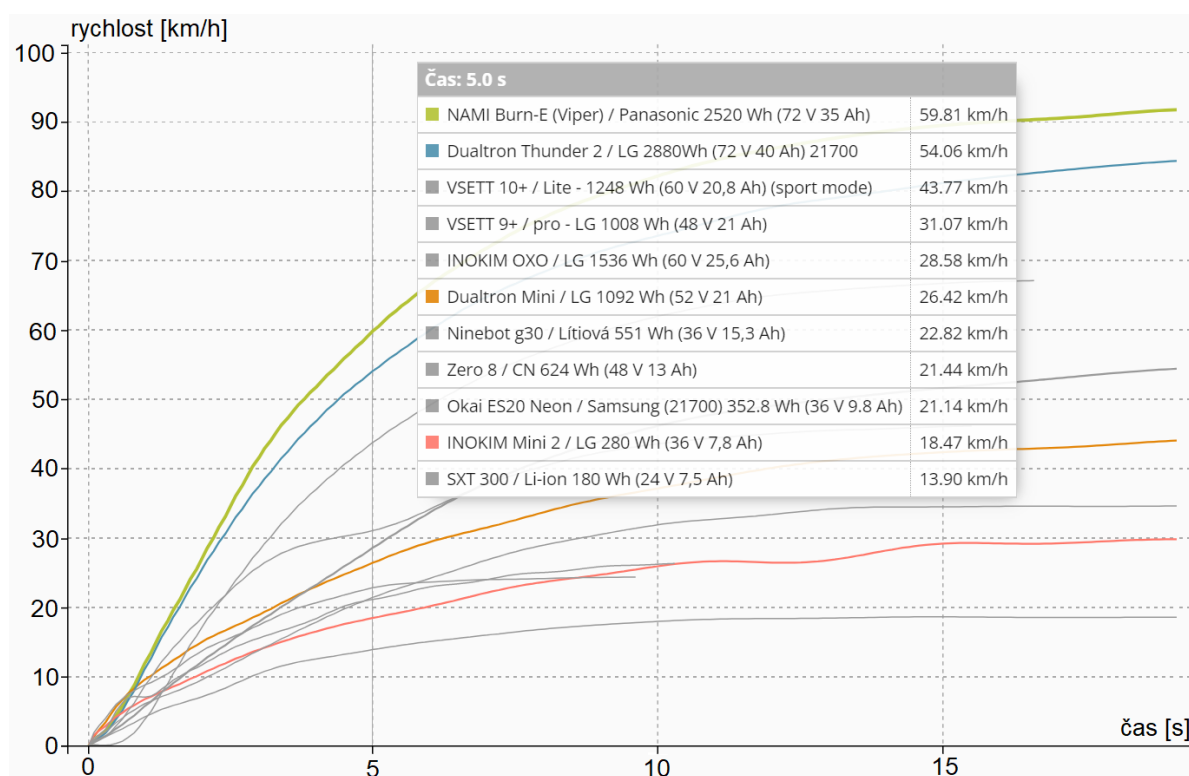
Dynamice elektrokoloběžek se také věnuje web Electric scooter guide, který se zabývá poradenstvím, recenzemi či měřeními elektrických koloběžek. Parametry k naměřeným elektrokoloběžkám jsou veřejně dostupné na jejich webových stránkách <https://electric-scooter.guide> v sekci „Performance tests“. Tato databáze obsahuje 110 koloběžek, ke kterým byly naměřeny hodnoty maximální rychlosti, zrychlení a zpomalení. Tabulka níže uvádí 16 vybraných zástupců elektrokoloběžek různých značek a výkonových kategorií.

Tab. č. 1: Výkonové parametry vybraných elektrokoloběžek [82]

Model	výkon motoru P/Z [W]	max rychlost [km/h]	zrychlení 0-24 km/h [m/s <sup>2</sup> ]	zrychlení 0-48 km/h [m/s <sup>2</sup> ]	zpomalení 24- 0 km/h [m/s <sup>2</sup> ]
Apollo Air	-/250	24	0,94		4,34
Apollo Pro (60V)	1000/1000	68	3,94	2,53	9,22
Gotrax G4	-/350	32	1,06		3,51
Inokim OXO	1000/1000	58	1,76	1,40	9,22
Kaabo Mantis 8	500/500	42	1,37		7,38
Kaabo Wolf King GT	2000/2000	98	3,73	3,53	7,38
Minimotors Dualtron Mini	-/1450	48	1,56	0,63	4,34
Minimotors Dualtron Thunder	2700/2700	80	3,35	2,68	8,20
NAMI Burn-E	1500/1500	93	4,19	3,62	7,38
Okai Neon	250/-	26	0,88		4,10
Segway GT2	1500/1500	66	3,53	3,27	8,20
Segway Ninebot Max (G30LP)	-/350	29	1,02		7,38
Vsett 10+	1400/1400	69	3,53	2,53	7,38
Xiaomi M365 Pro	250/-	26	1,27		4,92
Zero 10X (23 Ah)	1000/1000	58	2,68	1,70	6,15
Zero 8	-/500	37	1,37		3,21

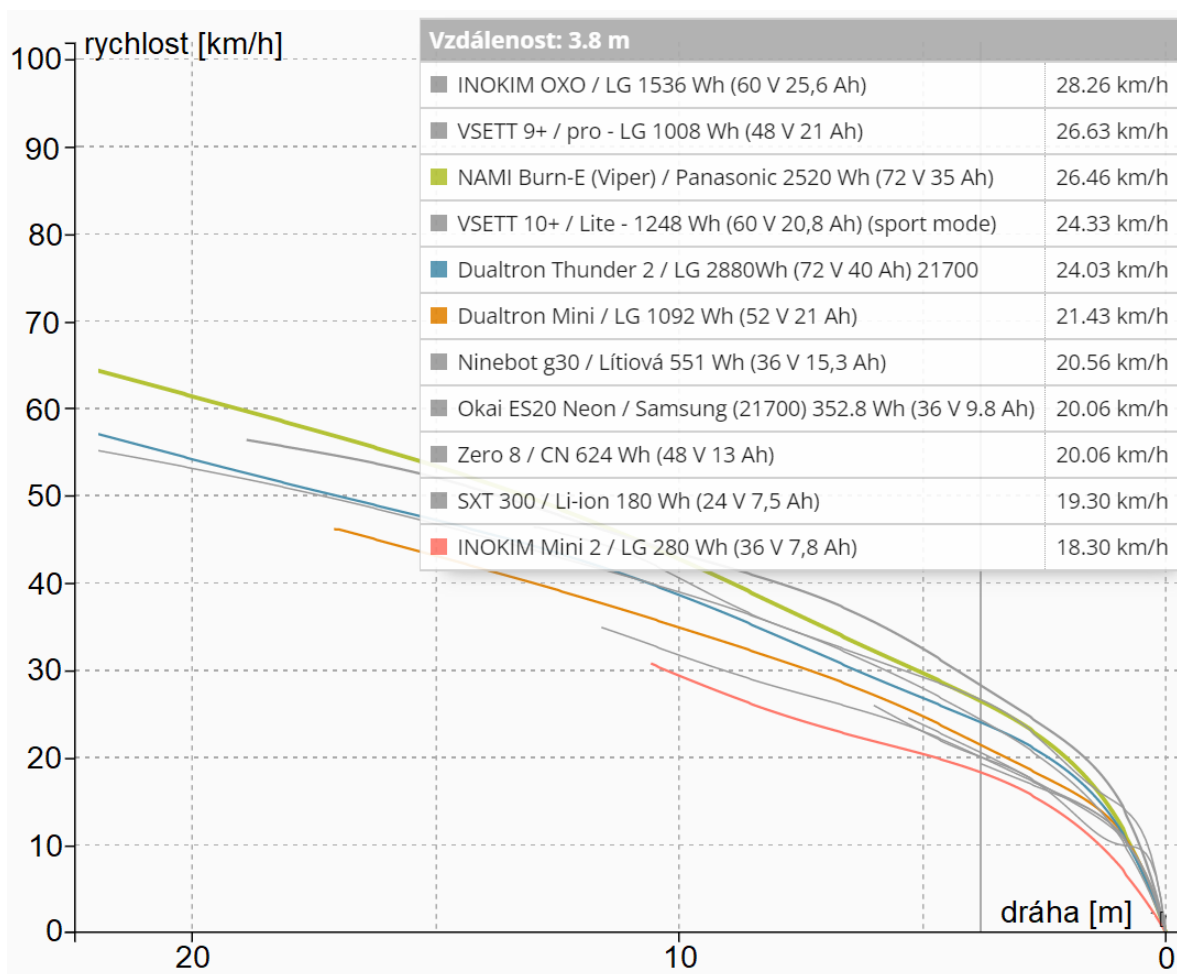
Z výše uvedené tabulky si lze povšimnout značných rozdílů v dynamických schopnostech elektrokoloběžek. Ty nejrychlejší (a zároveň nejdražší) atakují rychlost téměř 100 km/h, tyto stroje jsou schopny akcelarovat se zrychlením přesahující 4 m/s<sup>2</sup> naopak hodnota zpomalení dosahuje i okolo 9 m/s<sup>2</sup>. To je především dáno existencí hydraulických kotoučových brzd jak na předním, tak zadním kole, které jsou navíc často vybaveny elektronickým ABS.

Měřením elektrokoloběžek se též zabývají někteří jejich prodejci. Jedním z nich je společnost Voltride.cz, která se při měření zabývá především zrychlením, zpomalením a hodnotami výkonu. Na obrázku níže můžeme vidět jakých hodnot rychlosti dosahují různé elektrokoloběžky po 5 sekundách od startu. Rozdíly jsou velmi vysoké, neboť mezi nejrychlejší a nejpomalejší elektrokoloběžkou je rozdíl téměř 46 km/h. [83]



Graf č. 4: Zrychlení vybraných elektrokoloběžek [83]

Hodnoty zpomalení jsou též značně rozdílné. Nejlepší elektrokoloběžka z našeho výběru dokázala na dráze 3,8 m zabrzdit z rychlosti 28 km/h oproti tomu nejhůře brzdící elektrokoloběžka musela jet o 10 km/h méně, aby dokázala zastavit na stejné dráze viz. graf níže.

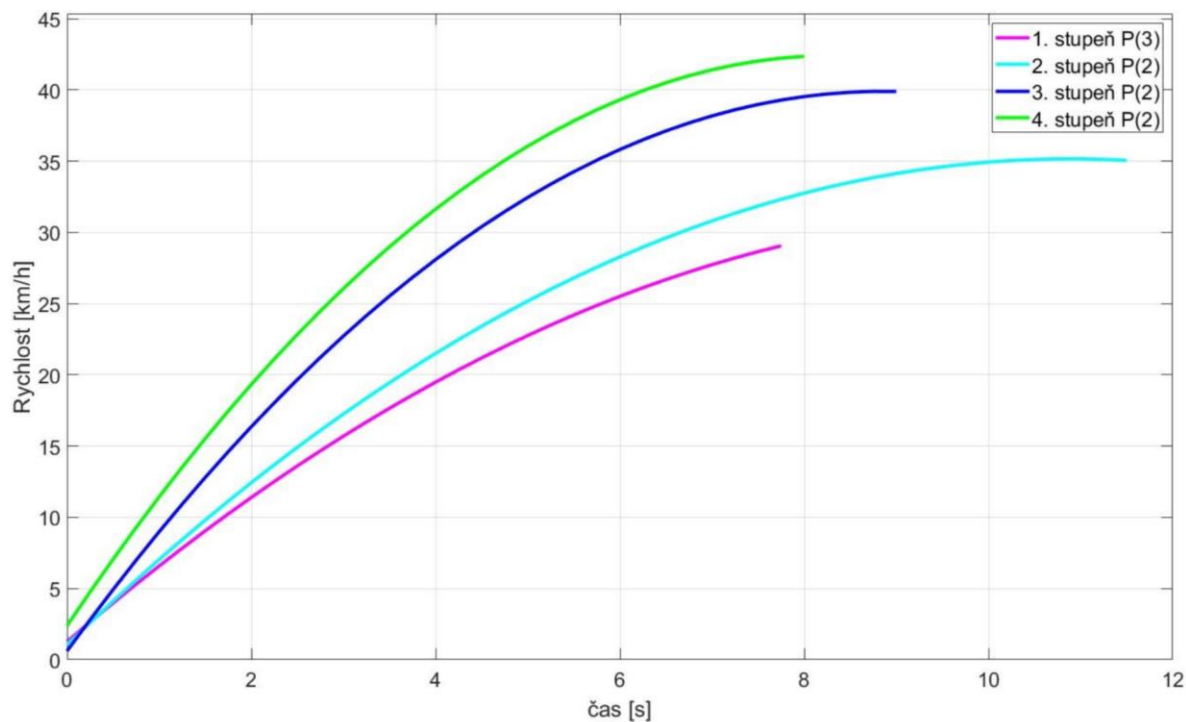


Graf č. 5: Zpomalení vybraných elektrokoloběžek [83]

### 3.3 ELEKTRICKÉ SKATEBOARDY

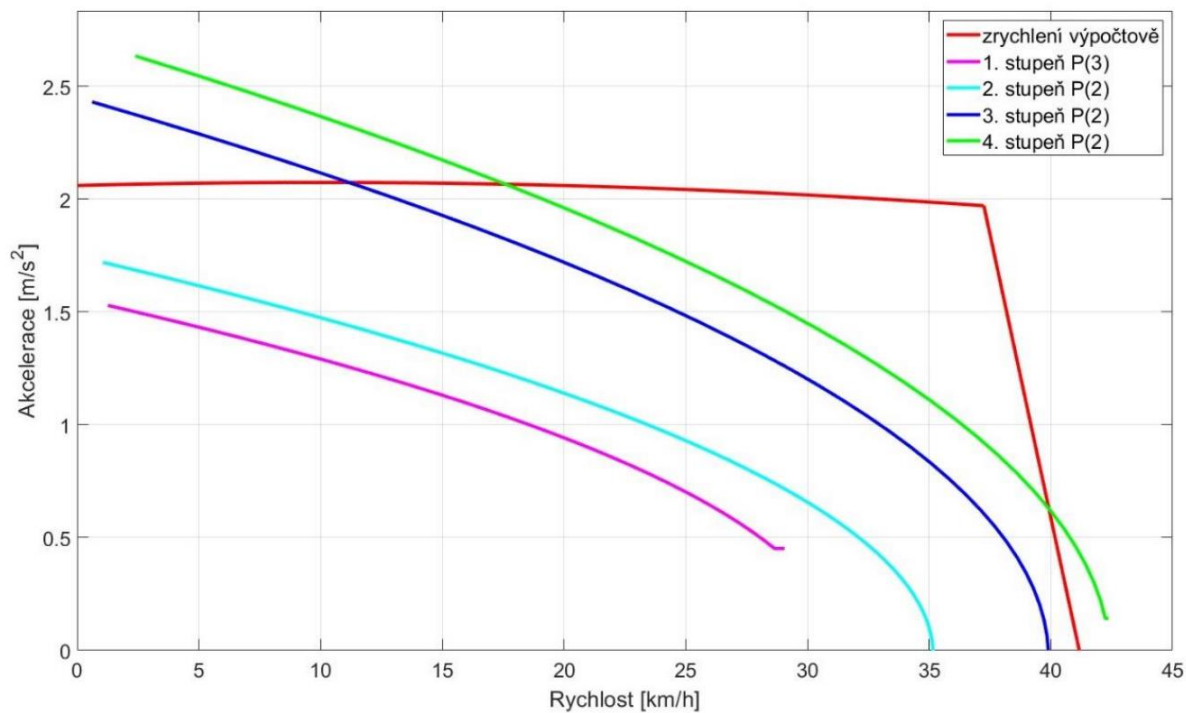
Oblast dynamiky elektrických skateboardů je velmi málo probádána. Lze to přisoudit především mnohem menší popularitě těchto dopravních prostředků oproti elektrokolům či elektrokoloběžkám. Důvodem je fakt, že oproti ostatním je jízda na elektrickém skateboardu méně uživatelsky přívětivá a více nebezpečná (horší manévrovatelnost či delší brzdné dráhy).

Dynamice elektrického skateboardu se ve své diplomové práci s názvem *Návrh hnacího ústrojí elektricky poháněného longboardu* věnoval Ing. Libor Pliešovský. Měření zrychlení probíhalo z malé počáteční rychlosti (cca 1-3 km/h). Závislost rychlosti v jednotlivých módech nastavení na čase je zobrazen na grafu níže. Maximální rychlost byla 42 km/h při 4. rychlostním stupni, což přibližně odpovídá maximální rychlosti řady běžně prodávaných elektrických skateboardů či longboardů na českém trhu. [84]



Graf č. 6: Závislost rychlosti jednotlivých módů na čase [84]

Vztah mezi rychlostí a akcelerací je na obrázku níže. Je pozoruhodné, že se takovéto zařízení dokáže rozjíždět se zrychlením přesahujícím  $2,5 \text{ m/s}^2$ , a do rychlosti cca  $20 \text{ km/h}$  zrychlovat s hodnotou přesahující  $2 \text{ m/s}^2$ . [84]



Graf č. 7: Průběh zrychlení [84]

## 4 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část diplomové práce se zabývá charakteristikou jezdců, elektrokol a elektrokoloběžek, popisem měřicí techniky a dále měřením a vyhodnocením jízdních manévřů, mezi které patří rozjezdy do oblouku, průjezdy oblouky, vyhýbání se překážce, akcelerace, brzdění a ohlížení se.

Předmětem měření byly dva druhy dopravních prostředků – elektrokola a elektrokoloběžky.

Elektrické koloběžky jsou vyhodnoceny podle typu stroje, neboť zde téměř nezáleží na fyzické kondici daného jezdce. Ta se totiž projevuje pouze v případě odrazu z nulové rychlosti. Po dosažení cca 3 km/h už pouze stačí, aby jezdec mačkal plynovou páčku. Co roli hraje, tak jsou zkušenosti jezdce a jeho hmotnost. Cílem bylo zjistit parametry jízdních manévřů jezdců na různých typech elektrokoloběžek, tak aby se alespoň částečně pokrylo spektrum, se kterým se můžeme denně setkat v provozu.

U elektrických kol byla praxe jiná. Cílem bylo zjistit, jak se při jízdních manévrech od sebe odlišují mladší a starší jezdci na identických kolech. Proto mělo každé kolo přiřazeno jednu dvojici, kterou tvořil jezdec ve věku mezi 60 až 70 lety a jezdec ve věku mezi 27 až 32 lety.

### 4.1 MÍSTO MĚŘENÍ

Měření probíhalo na asfaltové ploše u bývalého fotbalového stadionu za Lužánkami. Toto místo splňovalo požadavky z hlediska prostoru, povrchu, nízkého provozu a také dobré dopravní dostupnosti. Na obrázku 27 můžeme vidět, kde probíhaly jednotlivé měření. Měření časů rozjezdů do oblouků a průjezdy obloukem byly prováděny na vyznačeném místě A, ohlížení se za sebe na místě B, vyhýbání se překážce na místě C, místo pro akceleraci a brzdění označuje D.



Obr. č. 26: Detail povrchu vozovky [autor]





Obr. č. 27: Místo měření [85]

## 4.2 TEORETICKÝ ROZBOR EXPERIMENTU

Tato kapitola se věnuje rozboru úkonů, které byly provedeny v rámci jednotlivých měření.

### 4.2.1 Akcelerace na rovině

Cílem tohoto experimentu bylo zjištění zrychlení daného dopravního prostředku na dráze 20 metrů, dosažená rychlost na této dráze a maximální rychlost na dráze 100 metrů. Pro lepší orientaci jezdců byly po deseti metrech na zemi pomocí značkovacího spreje nakresleny čáry s celkovou vzdáleností.

Měření proběhlo ve třech rychlostních režimech, dle označení např. Eco, Normal a Sport či 1, 2, 3, respektive u elektrokol v různých úrovních dopomoci, neboť každý režim je charakteristický jinou maximální hodnotou rychlosti a zrychlení.

Data byly zaznamenány pomocí přístroje VBOX sport a dále zpracovány v softwaru VBOX test suite a excelu. Akceleraci také nahrávaly kamery, jedna byla umístěna na řídicích a snímala tak pohled kolmo na přední kolo. Druhá nahrávala celou situaci.

#### 4.2.2 Brzdění

Měření brzdění probíhalo z více rychlostí a to 10 km/h, 15 km/h, 20 km/h, 25 km/h a u výkonných elektrokoloběžek také z rychlosti 35 km/h a 45 km/h. Jezdci měli za úkol brzdit nejdříve pouze za použití zadní brzdy, poté za použití pouze brzdy přední, a nakonec pomocí obou brzd, samozřejmě pouze v případě, kdy jimi byly dopravní prostředky vybaveny. Měření probíhalo na stejném místě, jako při zjišťování parametrů zrychlení, tedy na 100 metrů dlouhé asfaltové ploše, na které bylo po 50 metrech vyznačeno místo, na kterém měli jezdcí začít maximálně brzdit. Pro dosažení vyšších rychlostí (45 km/h) se jezdcí rozjížděli z větší dálky.

Brzdná dráha byla měřena přístrojem VBOX sport a také manuálně pomocí měřicího kolečka. Dráha zjištěná pomocí měřicího kolečka byla pouze orientační, neboť zde existovalo riziko, že jezdcí pojedou lehce jinou rychlostí, či nezačnou brzdit přesně ve vyznačeném bodě.

Průměrná hodnota zpomalení lze vypočítat pomocí vzorce:

$$a = \frac{v_v^2}{2s}$$

Kde:

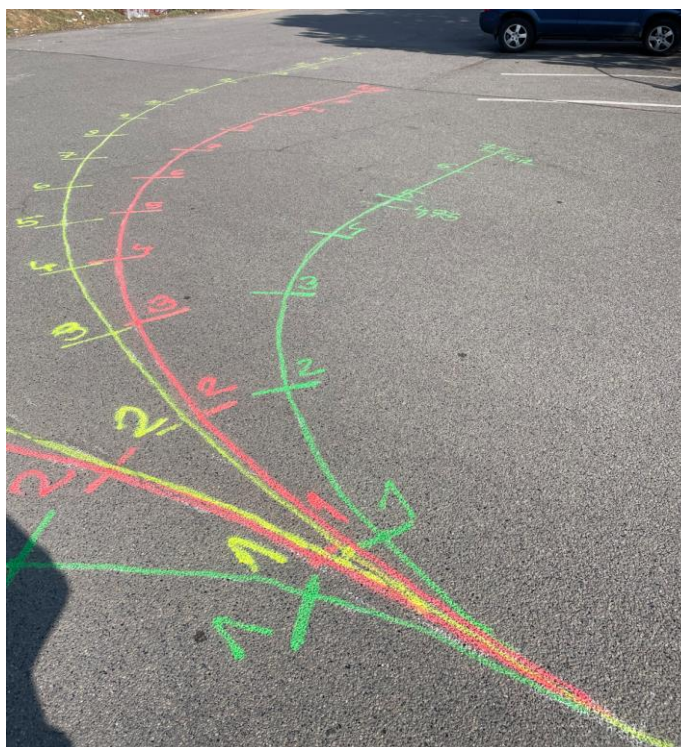
- a        hodnota zpomalení [m/s<sup>2</sup>]
- v<sub>v</sub>     výchozí rychlost při zahájení brzdění [m/s]
- s        brzdná dráha [m]

#### 4.2.3 Rozjezd do oblouku

Tato část experimentu měla napodobit rozjezd do křižovatky. Jezdci měli za úkol rozjet se s co nejvyšší intenzitou do oblouků o poloměrech 3, 6 a 9 metrů vpravo i vlevo. Dráhy ujeté na těchto poloměrech měly simulovat vzdálenosti od místa zahájení manévru po pravý okraj vozovky. Měření bylo provedeno opět ve třech jízdních režimech, resp. úrovních dopomoci.

Jako začátek úkonu byl považován rozjezd z nulové rychlosti. Konec byl stanoven do momentu výjezdu z oblouku, tedy teoretickému zařazení se do příslušného jízdního pruhu k pravému okraji. Výstupem byl čas potřebný pro průjezd oblouku.

Oblouky byly vyznačeny pomocí křídly a provázku s délkou daného poloměru. Tento náčrt byl pak zvýrazněn značkovacími spreji různých barev. Následně pomocí měřicího kolečka byla po každém metru udělána značka, tak aby z videozáznamu byla patrná ujetá dráha. Data byla opět získávána pomocí zařízení VBOX sport a videozáznamu na kamery Garmin Virb. Videozáznam byl poté vyhodnocen pomocí video editoru Shot Cut.



Obr. č. 28: Dráha pro rozjezd do oblouku a průjezd obloukem [autor]

#### 4.2.4 Průjezd obloukem

Jedním z dalších manévrů byl průjezd obloukem, ten spočíval v tom, že na rovné asfaltové ploše museli jezdci projet oblouky o stejných poloměrech jako v předchozím měření (3, 6 a 9 metrů) maximální možnou, ale zároveň bezpečnou rychlostí.

Před ostrým měřením si jezdci oblouky několikrát projeli, tak aby se měření kvůli vysoké rychlosti, a tedy nedodržení dráhy nemuselo zbytečně opakovat.

Výstupem měření jsou maximální rychlosti, kterými lze dané oblouky projet jak na elektrokole, tak na elektrické koloběžce. Ty byly získány pomocí dataloggeru VBOX Sport a výpočtu na základě videozáznamu.



#### 4.2.5 Přemístění dvěma oblouky

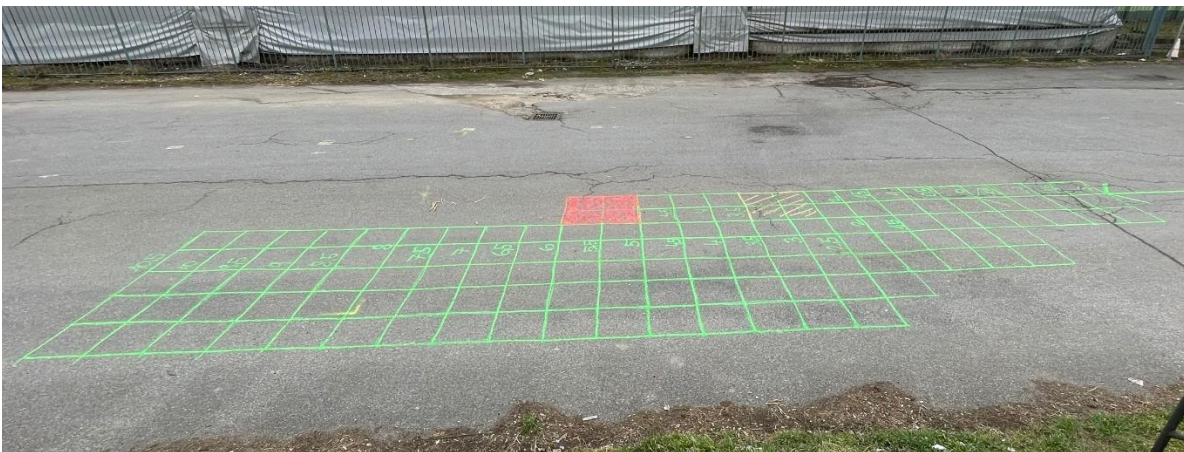
Přemístění dvěma oblouky mělo simulovat vyhnutí se chodci či jiné překážce. Chodce simuloval červeně vyznačený čtverec o rozměrech 1x1 m. Jezdci byli směřováni tak, aby jeli přímo na střed tohoto čtverce. Okolo něj byl značkovacím sprejem vyznačen rastr s mříží o rozměrech 0,5x0,5 m. Celý experiment zaznamenávaly tři kamery, jedna na řídících, druhá snímající situaci při nájezdu a třetí snímající situaci při výjezdu jezdce. Rychlost byla zaznamenávána pomocí přístroje VBOX sport.

Jezdci tento manévř prováděli v rychlostech 10 km/h, 15 km/h, 20 km/h a 25 km/h. Cílem bylo vyhnout se vyznačenému čtverci, objet ho a pokračovat v přímém směru. Výsledkem tohoto manévru byly hodnoty příčného zrychlení, vzdálenost zahájení manévru od vyznačeného čtverce, příčné přemístění a celkový čas přemístění. Příčné zrychlení lze vypočítat dle vzorce:

$$a_y = \frac{4y}{t^2}$$

Kde:

$a_y$	Příčné zrychlení [ $m/s^2$ ]
$y$	Příčné přemístění [m]
$t$	Čas manévru [s]



Obr. č. 29: Polygon pro příčné přemístění [autor]

#### 4.2.6 Vychýlení se při ohlížení

Častým jevem je, že se jezdci na dopravních prostředcích při kontrole situace za sebou vychýlí ze směru jízdy. Tato situace nastává především před odbočením vlevo. To je zvláště nepříjemné pro řidiče, kteří se chystají takového jezdce zrovna objet.

Prováděný manévr měl za cíl zjistit o kolik centimetrů se jezdec vychýlí ze směru jízdy při ohlédnutí se za sebe. Měření probíhalo opět v rychlostech 10 km/h, 15 km/h, 20 km/h a 25 km/h.

Rastr byl vyznačen na rovné asfaltové ploše tak, že zde byla jedna hlavní středová čára (zelená) a vedle ní, na každé straně byly nakresleny další čáry po 10 cm do celkové vzdálenosti 60 cm na každou stranu. Vzdálenosti vychýlení se od středové čáry byly vyhodnoceny z videozáznamu.



Obr. č. 30: Polygon pro ohlížení se [autor]

## 4.3 PARAMETRY DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ A CHARAKTERISTIKA JEZDCŮ

### 4.3.1 Elektrokoloběžky

Předmětem měření bylo 10 elektrokoloběžek, které se od sebe lišily svou konstrukcí. Ve vzorku byly dvě elektrokoloběžky sdílené. Jedna od společnosti Bolt, na které byla realizována jízda s jedním i se dvěma jezdci a druhá od společnosti Lime. Poté 4 druhy elektrokoloběžek městských, které se od sebe lišily především brzdami a také tím, že dvě elektrokoloběžky byly softwarově upravené a dosahovaly tak vyšších rychlostí. K jedné softwarově upravené elektrokoloběžce se podařilo sehnat stejný protikus s továrním nastavením. Třetí skupinou elektrokoloběžek byly koloběžky s cenou pohybující se od 30 do 70 tisíc korun, které disponovaly již odpružením, některé hydraulickými brzdami a vybrané byly schopny dosáhnout rychlosti převyšující 60 km/h. Díky zapůjčení výkonnějších elektrokoloběžek od společnosti Voltride, byl

kvůli větším zkušenostem jeden jezdec měřen dvakrát, pokaždé na jiném typu elektrokoloběžky. V podkapitolách níže jsou popsány charakteristiky elektrokoloběžek, jezdců a podmínky měření.

### *Elektrokoloběžka Xiaomi Mi Pro 2*



Obr. č. 31: Xiaomi Mi Pro 2 [Autor]



Obr. č. 32: Detail pneumatiky [Autor]

<b>Údaje o jezdcí</b>	
Jméno	Stanislav
Věk	61 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	2
Váha	83 kg
<b>Údaje o elektrokoloběžce</b>	
Hmotnost	14,2 kg
Výkon	250 W
Napětí	36 V
Kapacita baterie	12,8 Ah
Maximální rychlost	25 km/h
Přední brzda	Žádná
Zadní brzda	Kotoučová
Rozměry pneumatik	21,5 cm (8,5") X 5 cm (2")
Typ pneumatik	Pevná, voštinová struktura
Odpružení přední	Žádné
Odpružení zadní	Žádné
Umístění motoru	Vepředu
<b>Podmínky měření</b>	
Datum	26.2.2023
Povětrnostní podmínky	Zataženo, bez deště, 3 °C



*Sdílená elektrokoloběžka Bolt*



Obr. č. 33: Elektrokoloběžka Bolt [Autor]



Obr. č. 34: Detail pneumatiky [Autor]

<b>Údaje o jezdcích</b>	
Jméno	David a Jana
Věk	25 a 24 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	3 a 1
Váha	100 a 59 kg
<b>Údaje o elektrokoloběžce</b>	
Hmotnost	17 kg
Výkon	Veřejně nedostupný
Napětí	Veřejně nedostupné
Kapacita baterie	Veřejně nedostupná
Maximální rychlost	25 km/h
Přední brzda	Žádná
Zadní brzda	Bubnová
Rozměry pneumatik	10" X 2,5"
Typ pneumatik	Huštěné bezdušové
Odpružení přední	Žádné
Odpružení zadní	Žádné
Umístění motoru	Vzadu
<b>Podmínky měření</b>	
Datum	27.2.2023
Povětrnostní podmínky	Zataženo, bez deště, 3 °C

**Sdílená elektrokoloběžka Lime**



Obr. č. 35: Elektrokoloběžka Lime [Autor]



Obr. č. 36: Detail pneumatiky [Autor]

<b>Údaje o jezdcí</b>	
Jméno	Jan
Věk	26 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	4
Váha	90 kg
<b>Údaje o elektrokoloběžce</b>	
Hmotnost	15 kg
Výkon	250 W
Napětí	Veřejně nedostupné
Kapacita baterie	Veřejně nedostupná
Maximální rychlost	25 km/h
Přední brzda	Žádná
Zadní brzda	Bubnová
Rozměry pneumatik	9,5"
Typ pneumatik	Pevné, plné
Odpružení přední	Pružina
Odpružení zadní	Žádné
Umístění motoru	Vepředu
<b>Podmínky měření</b>	
Datum	27.2.2023
Povětrnostní podmínky	Zataženo, bez deště, 1 °C



### *Xiaomi Mi Pro 2 Chipovaná*



Obr. č. 37: Elektrokoloběžka Xiaomi chipovaná  
[Autor]



Obr. č. 38: Detail pneumatiky [Autor]

<b>Údaje o jezdcí</b>	
Jméno	Barbora
Věk	27 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	4
Váha	55 kg
<b>Údaje o elektrokoloběžce</b>	
Hmotnost	14,2 kg
Výkon	250 W
Napětí	36 V
Kapacita baterie	12,8 Ah + externí baterie
Maximální rychlost	35 km/h (25 km/h před odblokováním)
Přední brzda	Žádná
Zadní brzda	Kotoučová
Rozměry pneumatik	8,5"
Typ pneumatik	Huštěné bezdušové
Odpružení přední	Žádné
Odpružení zadní	Žádné
Umístění motoru	Vepředu
<b>Podmínky měření</b>	
Datum	18.3.2023
Povětrnostní podmínky	Jasno, 12 °C

## Ninebot G30



Obr. č. 39: Elektrokoloběžka Ninebot G30 [Autor]



Obr. č. 40: Detail pneumatiky [Autor]

Údaje o jezdcí	
Jméno	Vojtěch
Věk	30 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	4
Váha	100 kg
Údaje o elektrokoloběžce	
Hmotnost	18 kg
Výkon	350 W
Napětí	36 V
Kapacita baterie	15,31 Ah + externí baterie
Maximální rychlost	25 km/h
Přední brzda	Bubnová
Zadní brzda	Žádná
Rozměry pneumatik	10"
Typ pneumatik	Huštěné bezdušové
Odpružení přední	Žádné
Odpružení zadní	Žádné
Umístění motoru	Vzadu
Podmínky měření	
Datum	18.3.2023
Povětrnostní podmínky	Jasno, 12 °C

### E-TWOW Booster V



Obr. č. 41: Elektrokoloběžka E-TWOW [Autor]



Obr. č. 42: Detail pneumatiky [Autor]

<b>Údaje o jezdcí</b>	
Jméno	Sabina
Věk	24 let
Jízdní zkušenosti (1 - začátečník, 5 - profesionál)	2
Váha	65 kg
<b>Údaje o elektrokoloběžce</b>	
Hmotnost	11,3 kg
Výkon	500 W
Napětí	36 V
Kapacita baterie	10,5 Ah
Maximální rychlost	35 km/h
Přední brzda	Motorová
Zadní brzda	Mechanická nožní (blatník)
Rozměry pneumatik	8"
Typ pneumatik	Plné
Odpružení přední	Pružina
Odpružení zadní	Pružina
Umístění motoru	Vepředu
<b>Podmínky měření</b>	
Datum	11.3.2023
Povětrnostní podmínky	Polojasno, 14 °C

## Vsett 8



Obr. č. 43: Elektrokoloběžka Vsett 8 [Autor]



Obr. č. 44: Detail pneumatiky [Autor]

<b>Údaje o jezdcí</b>	
Jméno	Matěj
Věk	28 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	4
Váha	85 kg
<b>Údaje o elektrokoloběžce</b>	
Hmotnost	21 kg
Výkon	600 W
Napětí	48 V
Kapacita baterie	15,6 Ah
Maximální rychlost	42 km/h
Přední brzda	Bubnová
Zadní brzda	Bubnová
Rozměry pneumatik	Přední 8,5", zadní 8"
Typ pneumatik	Huštěné bezdušové
Odpružení přední	Kyvné rameno s pružinou
Odpružení zadní	Kyvné rameno s pružinou
Umístění motoru	Vzadu
<b>Podmínky měření</b>	
Datum	4.3.2023
Povětrnostní podmínky	Jasno, 0 °C



## Dualtron Mini



Obr. č. 45: Elektrokoloběžka Dualtron [Autor]



Obr. č. 46: Detail pneumatiky [Autor]

<b>Údaje o jezdcí</b>	
Jméno	Dalibor
Věk	28 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	4
Váha	97 kg
<b>Údaje o elektrokoloběžce</b>	
Hmotnost	22 kg
Výkon	1450 W
Napětí	52 V
Kapacita baterie	21 Ah
Maximální rychlost	51 km/h
Přední brzda	Bubnová
Zadní brzda	Bubnová
Rozměry pneumatik	8,5"
Typ pneumatik	Huštěné s duší
Odpružení přední	Kyvné rameno se zdvojenou pružinou
Odpružení zadní	Kyvné rameno se zdvojenou pružinou
Umístění motoru	Vzadu
<b>Podmínky měření</b>	
Datum	17.3.2023
Povětrnostní podmínky	Skoro jasno, 10 °C

## Inokim OXO



Obr. č. 47: Elektrokoloběžka Inokim OXO [Autor]



Obr. č. 48: Detail pneumatiky [Autor]

<b>Údaje o jezdcí</b>	
Jméno	Dalibor
Věk	28 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	4
Váha	97 kg
<b>Údaje o elektrokoloběžce</b>	
Hmotnost	33,5 kg
Výkon	2600 W
Napětí	60 V
Kapacita baterie	25,6 Ah
Maximální rychlost	65 km/h
Přední brzda	Hydraulická kotoučová
Zadní brzda	Hydraulická kotoučová
Rozměry pneumatik	10"
Typ pneumatik	Huštěné s duší
Odpružení přední	Kyvné rameno s elastomerem
Odpružení zadní	Kyvné rameno s elastomerem
Umístění motoru	Vepředu i vzadu
<b>Podmínky měření</b>	
Datum	26.3.2023
Povětrnostní podmínky	Oblačno, 14 °C



Obr. č. 49: Elektrokoloběžka Inokim OXO [Autor]



Obr. č. 50: Detail pneumatiky [Autor]

<b>Údaje o jezdcí</b>	
Jméno	Ondřej
Věk	37 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	5
Váha	90 kg
<b>Údaje o elektrokoloběžce</b>	
Hmotnost	39 kg
Výkon	3600 W
Napětí	60 V
Kapacita baterie	25,6 Ah
Maximální rychlost	80 km/h
Přední brzda	Hydraulická kotoučová
Zadní brzda	Hydraulická kotoučová
Rozměry pneumatik	10"
Typ pneumatik	Huštěné s duší
Odpružení přední	Kyvné rameno s pružinou
Odpružení zadní	Kyvné rameno s pružinou
Umístění motoru	Vepředu i vzadu
<b>Podmínky měření</b>	
Datum	11.3.2023
Povětrnostní podmínky	Jasno, 3 °C

### 4.3.2 Elektrokola

Dalším měřeným dopravním prostředkem byly elektrokola. Celkově se měření zúčastnilo 12 jezdců na šesti elektrokolech. Změřena byla elektrokola s různou koncepcí tedy městská, horská či trekkingová kola. Dalším rozdílným prvkem bylo umístění motoru (v náboji předního kola, zadního kola a ve středu), typy brzd, velikost ráfků či typy pláštěů. V podkapitolách níže jsou popsány charakteristiky elektrokoloběžek, jezdců a podmínky měření.

#### *E-totem Voyage*



Obr. č. 51: Elektrokolo E-totem Voyage [Autor]

Údaje o jezdcí 1	
Jméno	Jiří
Věk	65 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	2
Údaje o jezdcí 2	
Jméno	Jan
Věk	32 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	3
Údaje o elektrokole	
Typ elektrokola	Trekkingové
Hmotnost	25 kg
Výkon	250 W
Napětí	36 V
Kapacita baterie	10 Ah
Dopomoc do maximální rychlosti	25 km/h
Přední brzda	V-Brake
Zadní brzda	V-Brake
Rozměr ráfku	28"
Odpružení	Odpružená přední vidlice
Umístění motoru	Nábojový v předním kole
Podmínky měření	
Datum	2.3.2023
Povětrnostní podmínky	Jasno, 9 °C



### Specialized Turbo Levo



Obr. č. 52: Elektrokolo Specialized Turbo Levo [Autor]



Obr. č. 53: Detail pneumatiky [Autor]

Údaje o jezdcí 1	
Jméno	Otakar
Věk	70 let
Jízdní zkušenosti (1 - začátečník, 5 - profesionál)	3
Údaje o jezdcí 2	
Jméno	Dalibor
Věk	28 let
Jízdní zkušenosti (1 - začátečník, 5 - profesionál)	3
Údaje o elektrokole	
Typ elektrokola	MTB
Hmotnost	17,35 kg
Výkon	565 W
Napětí	42 V
Kapacita baterie	12 Ah
Dopomoc do maximální rychlosti	25 km/h
Přední brzda	Hydraulická kotoučová
Zadní brzda	Hydraulická kotoučová
Rozměr ráfku	29" vepředu, 27,5" vzadu
Odpružení	Celoodpružené elektrokolo
Umístění motoru	Středový
Podmínky měření	
Datum	18.3.2023
Povětrnostní podmínky	Jasno, 9 °C

## Crussis E-Atland



Obr. č. 54: Elektrokolo Crussis E-Atland [Autor]



Obr. č. 55: Detail pneumatiky [Autor]

Údaje o jezdcí 1	
Jméno	Lubor
Věk	60 let
Jízdní zkušenosti (1 - začátečník, 5 - profesionál)	3
Údaje o jezdcí 2	
Jméno	Matěj
Věk	28 let
Jízdní zkušenosti (1 - začátečník, 5 - profesionál)	4
Údaje o elektrokole	
Typ elektrokola	Horské
Hmotnost	Výrobce neuvádí
Výkon	250 W
Napětí	36 V
Kapacita baterie	15,28 Ah
Dopomoc do maximální rychlosti	25 km/h
Přední brzda	Hydraulická kotoučová
Zadní brzda	Hydraulická kotoučová
Rozměr ráfku	27,5"
Odpružení	Odpružená přední vidlice
Umístění motoru	Středový
Podmínky měření	
Datum	4.3.2023
Povětrnostní podmínky	Polojasno, 5 °C



*Leader Fox Venosa Lady*



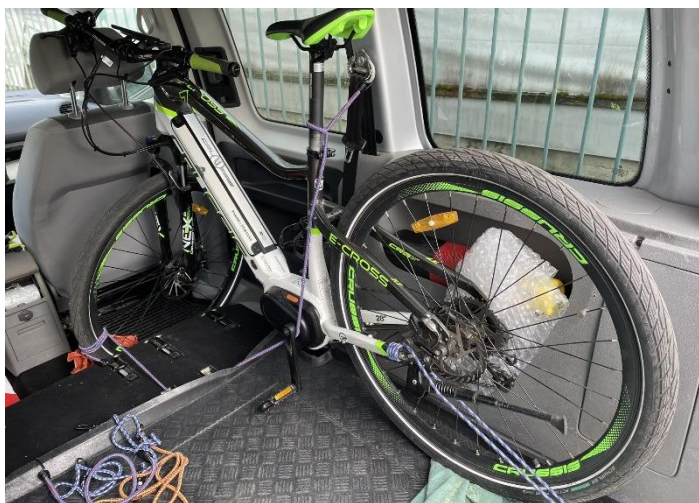
Obr. č. 56: Elektrokolo Leader Fox Venosa Lady [Autor]



Obr. č. 57: Detail pneumatiky [Autor]

<b>Údaje o jezdcí 1</b>	
Jméno	Dana
Věk	62 let
Jízdní zkušenosti (1 - začátečník, 5 - profesionál)	3
<b>Údaje o jezdcí 2</b>	
Jméno	Tereza
Věk	28 let
Jízdní zkušenosti (1 - začátečník, 5 - profesionál)	3
<b>Údaje o elektrokole</b>	
Typ elektrokola	Trekingové/městské
Hmotnost	22,1 kg
Výkon	250 W
Napětí	36 V
Kapacita baterie	12 Ah
Dopomoc do maximální rychlosti	25 km/h
Přední brzda	V-Brake
Zadní brzda	V-Brake
Rozměr ráfku	28"
Odpružení	Odpružená přední vidlice
Umístění motoru	Nábojový v zadním kole
<b>Podmínky měření</b>	
Datum	25.3.2023
Povětrnostní podmínky	Polojasno, 12 °C

## Crussis E-cross



Obr. č. 58: Crussis E-cross [Autor]



Obr. č. 59: Detail pneumatiky [Autor]

<b>Údaje o jezdcí 1</b>	
Jméno	Oldřich
Věk	62 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	5
<b>Údaje o jezdcí 2</b>	
Jméno	Vítězslav
Věk	30 let
Jízdní zkušenosti (1 – začátečník, 5 – profesionál)	5
<b>Údaje o elektrokole</b>	
Typ elektrokola	Trekingové
Hmotnost	Výrobce neuvádí
Výkon	250 W
Napětí	36 V
Kapacita baterie	20 Ah
Dopomoc do maximální rychlosti	25 km/h
Přední brzda	Hydraulická kotoučová
Zadní brzda	Hydraulická kotoučová
Rozměr ráfku	28"
Odpružení	Odpružená přední vidlice
Umístění motoru	Středový
<b>Podmínky měření</b>	
Datum	12.3.2023
Povětrnostní podmínky	Polojasno, 4 °C

### Crussis E-Cross Lady



Obr. č. 60: Crussis E-cross Lady [Autor]



Obr. č. 61: Detail pneumatiky [Autor]

Údaje o jezdcí 1	
Jméno	Hana
Věk	60 let
Jízdní zkušenosti (1 - začátečník, 5 - profesionál)	2
Údaje o jezdcí 2	
Jméno	Veronika
Věk	31 let
Jízdní zkušenosti (1 - začátečník, 5 - profesionál)	3
Údaje o elektrokole	
Typ elektrokola	Trekingové
Hmotnost	Výrobce neuvádí
Výkon	250 W
Napětí	36 V
Kapacita baterie	20 Ah
Dopomoc do maximální rychlosti	25 km/h
Přední brzda	Hydraulická kotoučová
Zadní brzda	Hydraulická kotoučová
Rozměr ráfku	28"
Odpružení	Odpružená přední vidlice
Umístění motoru	Středový
Podmínky měření	
Datum	12.3.2023
Povětrnostní podmínky	Polojasno, 7 °C



#### 4.4 TECHNIKA VYUŽITÁ PRO EXPERIMENT

K zaměření polygonu byly použity měřidla jako je svinovací metr, skládací metr a měřící kolečko. Oblouky byly vytvořeny pomocí naměřeného provázku a přivázané křídý. Tak byla načrtnuta dráha, která se poté zvýraznila značkovacím sprejem. Pomocí značkovacího spreje a latě se dále vytvořily polygony pro příčné přemístění a ohlžení.



Obr. č. 62: Měřící kolečko [autor]

K získání videozáznamů byly použity dvě akční kamery Garmin Virb, které byly nastaveny tak, aby snímaly 100 snímků za sekundu. Jako dodatečná kamera byl použit mobilní telefon iPhone 6s. Celý průběh měření byl zaznamenáván pomocí 10 Hz GPS dataloggeru od společnosti Racelogic VBOX Sport.



Obr. č. 63: Datalogger a audiovizuální technika [autor]

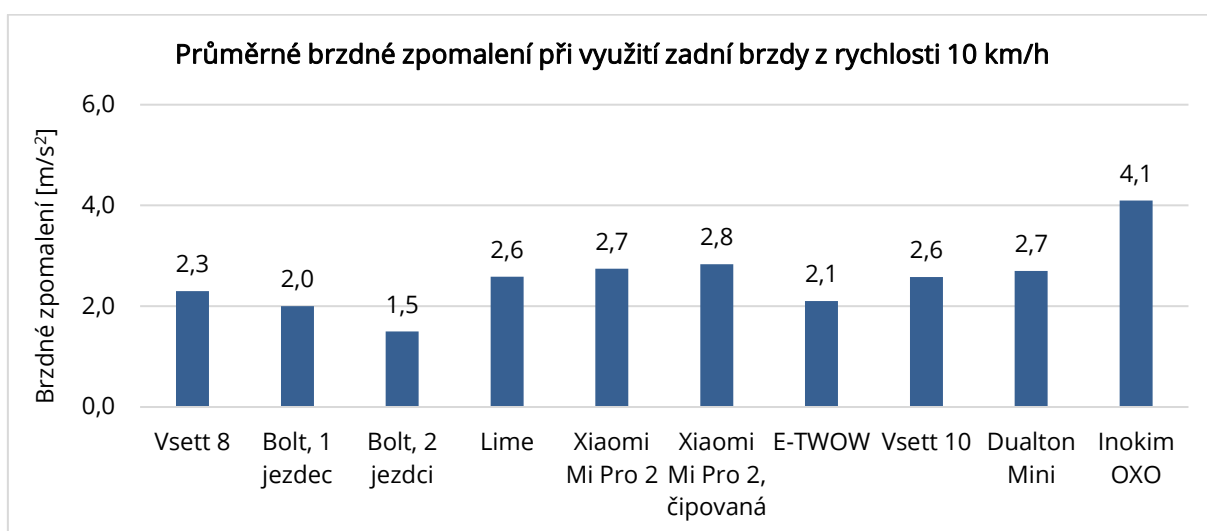
## 4.5 VÝSLEDKY MĚŘENÍ – ELEKTROKOLOBĚŽKY

Tato kapitola obsahuje vyhodnocení jednotlivých měření elektrických koloběžek. Výsledky jsou zobrazeny po jednotlivých strojích.

### 4.5.1 Brzdění

V této části měření jezdci brzdili s maximální možnou intenzitou. Brzdění probíhalo z několika rychlostí – 10, 15, 20, 25 km/h případně vyšší, a to za použití přední, zadní a obou brzd. Výsledné hodnoty průměrného brzdného zpomalení závisí na typu a stavu brzdového systému, pneumatikách a na zkušenostech jezdce. Tabulka s jízdními parametry jako je skutečná rychlost, brzdná dráha a průměrné brzdné zpomalení je uvedena v příloze č. 1. Tyto hodnoty byly získány z dataloggeru VBOX sport.

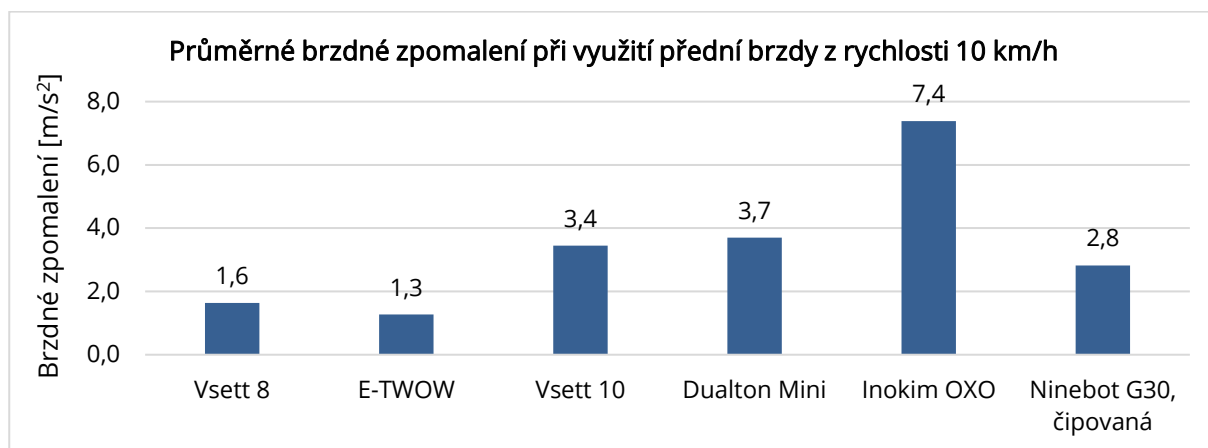
V grafu č. 8 jsou zobrazeny hodnoty průměrného brzdného zpomalení z rychlosti 10 km/h za použití zadní brzdy.



Graf č. 8: Hodnoty brzdného zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 10 km/h

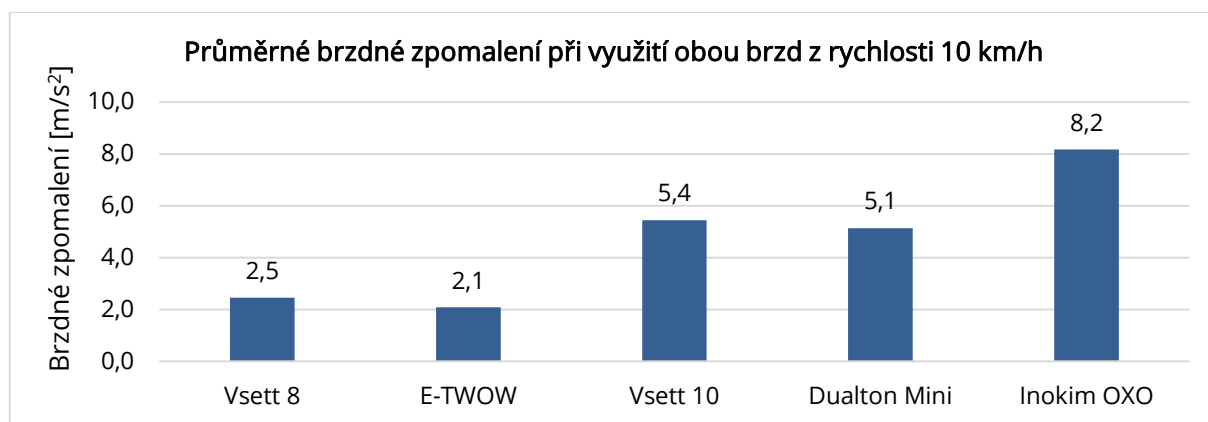
Nejvyššího průměrného brzdného zpomalení bylo dosaženo pomocí koloběžky Inokim OXO, která byla vybavena hydraulickými kotoučovými brzdami stejně jako elektrokoloběžka Vsett 10, která dosáhla hodnoty průměrných 2,6 m/s<sup>2</sup>. Jak se dalo očekávat, tak nejhoršího brzdění dosáhla sdílená elektrokoloběžka Bolt při využití dvěma jezdci. Takovéto užívání elektrokoloběžky poskytovatelé sdílených koloběžek zakazují, nicméně toto pravidlo je často uživateli porušováno, proto byl podroben zkoumání i tento způsob jízdy. Tato koloběžka i s pouze jedním jezdce stále brzdila nejhůře. Těsně za ní skončila elektrokoloběžka E-Twow, která disponuje zadní brzdou v podobě blatníku, který se nohou přimáčkne ke kolu. Tento způsob brzdění nelze shledat jako zcela bezpečný, neboť jezdci na elektrokoloběžce zůstane stabilně stát pouze jedna noha.

Graf č. 9 zobrazuje průměrné brzděné zpomalení při využití pouze přední brzdy. Přední brzdou disponovaly pouze některé elektrokoloběžky. Nejnižší hodnoty dosáhla elektrokoloběžka E-TWOW, která disponuje pouze elektronickou přední brzdou, ovládanou jezdce pomocí páčky. Jak lze vidět, tak se její účinnost nemůže vyrovnat klasickým mechanickým brzdám. Elektrokoloběžka Vsett 8 dosáhla též nízkého brzděného zpomalení, to lze ale přičítat neseřížené přední brzdě. Elektrokoloběžka Dualtron Mini, která stejně jako Vsett disponuje bubnovými brzdami dosáhla více jak dvounásobné hodnoty zpomalení. Nejlépe si opět vedla elektrokoloběžka Inokim OXO s hydraulickými brzdami. Nízkou hodnotu u elektrokoloběžky Vsett 10 lze přičítat opatrnosti jezdce při brzdění.



Graf č. 9: Průměrné brzděné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 10 km/h

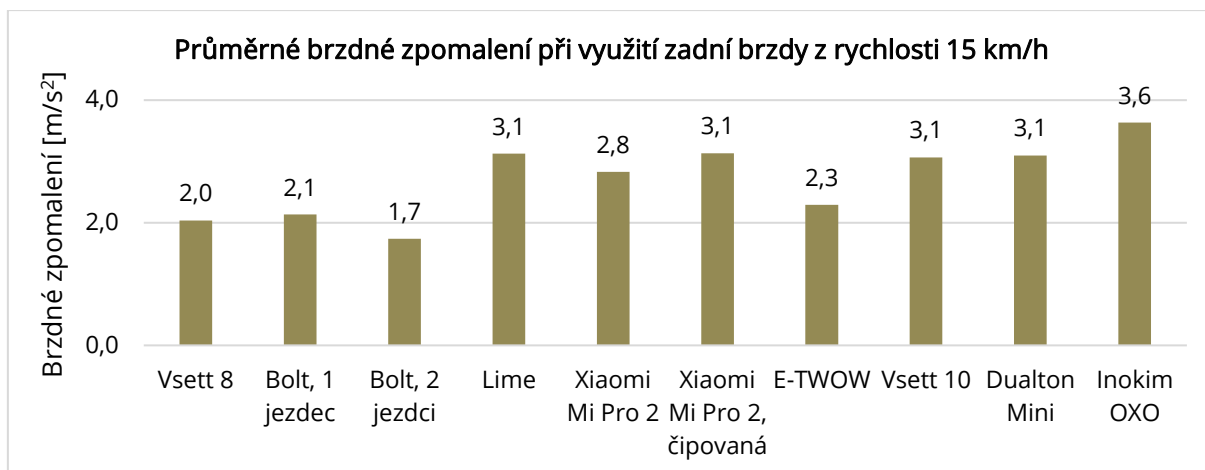
Graf č. 10 zobrazuje průměrné brzděné zpomalení elektrokoloběžek při využití obou brzd. Nejnižší hodnotu měla elektrokoloběžka E-TWOW, která kombinací brzdění pomocí elektronické a nožní brzdy dosáhla pouhých 2,1 m/s<sup>2</sup>. Oproti tomu nejlepšího brzděného zpomalení opět dosáhla elektrokoloběžka Inokim OXO s hodnotou 8,2 m/s<sup>2</sup>.



Graf č. 10: Průměrné brzděné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 10 km/h

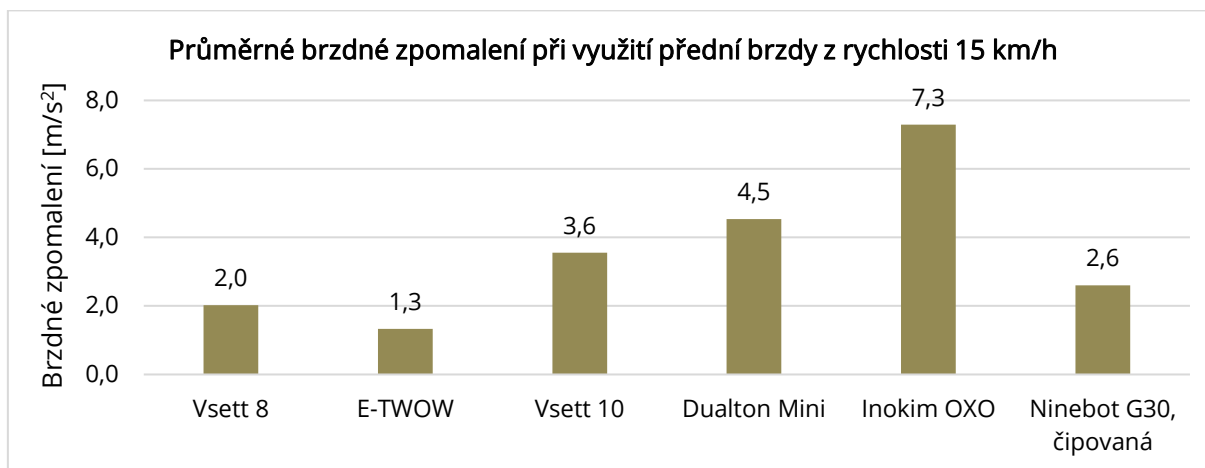


V Grafu č. 11 můžeme vidět průměrná brzdná zpomalení elektrokoloběžek z rychlosti 15 km/h při použití pouze zadní brzdy. Nejnižší hodnoty pět dosáhla elektrokoloběžka, na které jeli dva jezdci. Stejných hodnot dosáhly elektrokoloběžky Lime, Xiaomi Mi Pro 2 (čipovaná), Vsett 10 a Dualtron Mini. Na nejlepší hodnotu opět dosáhla elektrokoloběžka Inokim OXO.



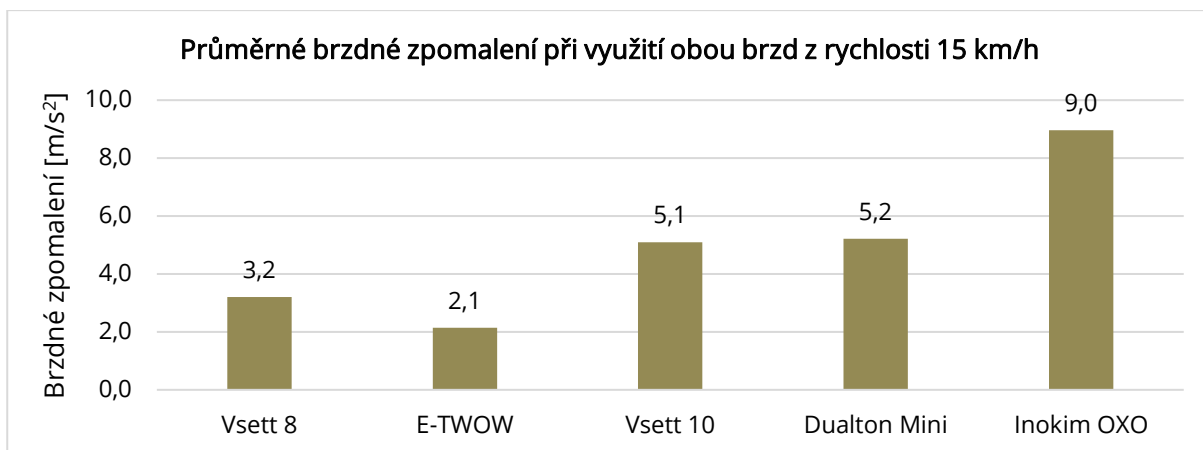
Graf č. 11: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 15 km/h

Průměrné brzdné zpomalení při využití pouze přední brzdy můžeme pozorovat v grafu č. 12. Zde je opět patrný rozdíl mezi motorovou brzdou u elektrokoloběžky E-TWOW a hydraulickou kotoučovou brzdou u elektrokoloběžky Inokim OXO. Elektrokoloběžka Ninebot G30 byla vybavena pouze přední bubnovou brzdou, díky které dosáhla brzdného zpomalení 2,6 m/s<sup>2</sup>.



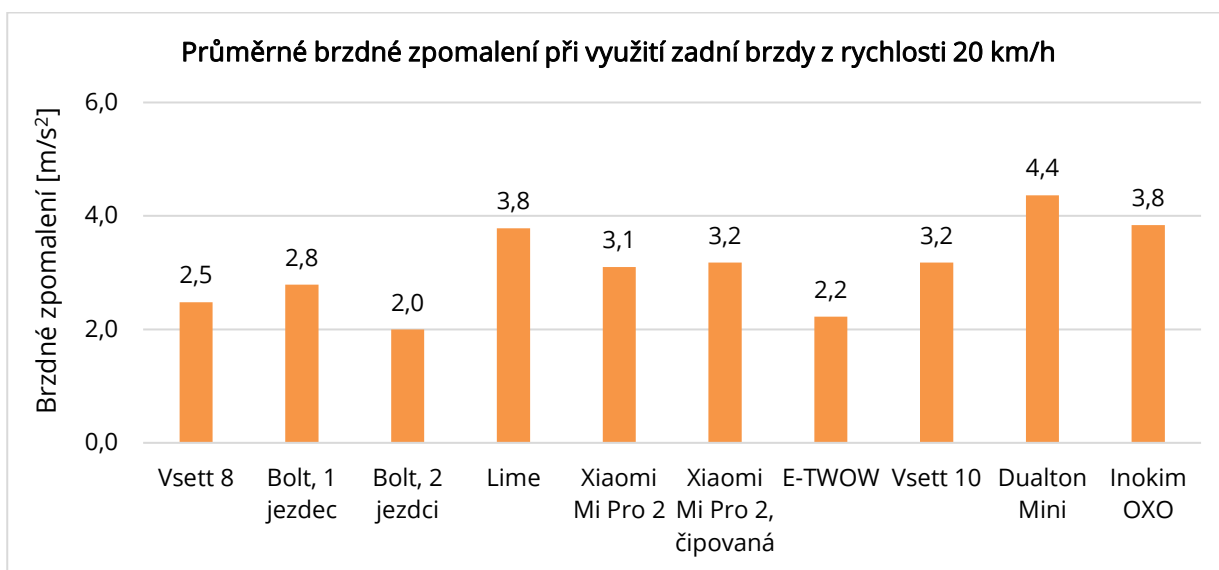
Graf č. 12: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 15 km/h

Graf č. 13 zobrazuje průměrné hodnoty brzdného zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 15 km/h. Sobě podobných hodnot (5,1 m/s<sup>2</sup> a 5,2 m/s<sup>2</sup>) dosáhly elektrokoloběžky Vsett 10 s hydraulickými brzdami a Dualtron Mini s bubnovými brzdami. Nejvyššího brzdného zpomalení s hodnotou 9 m/s<sup>2</sup> dosáhla elektrokoloběžka Inokim OXO.



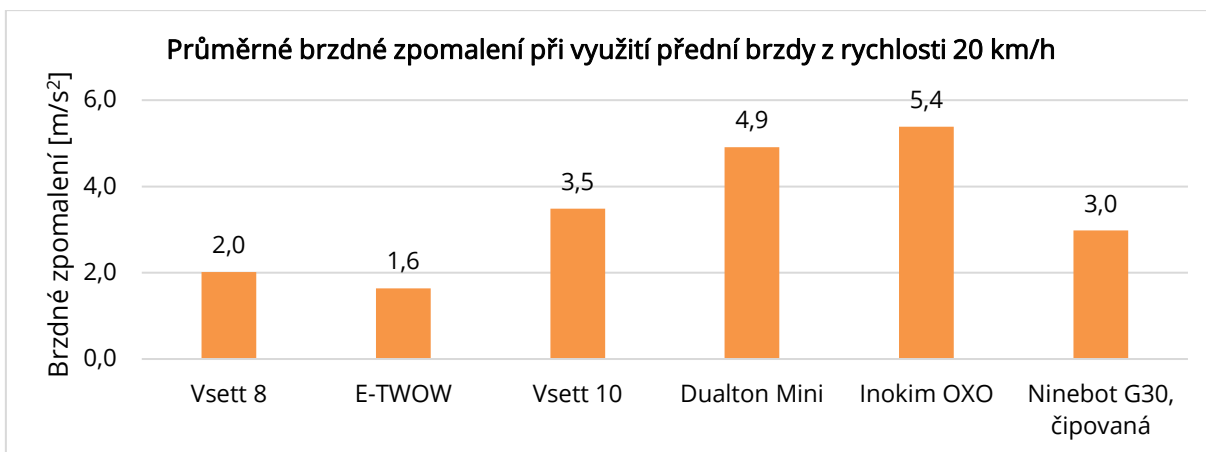
Graf č. 13: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 15 km/h

Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 20 km/h je možné vidět v grafu č. 14. Nejvyšší hodnoty dosáhla elektrokoloběžka Dualtron Mini. Pomyslné druhé místo si rozdělily elektrokoloběžky Lime a Inokim OXO. Nejmenšího brzdného zpomalení dosáhla elektrokoloběžka Bolt se dvěma jezdci (2 m/s<sup>2</sup>) a elektrokoloběžka E-TWOW (2,2 m/s<sup>2</sup>).



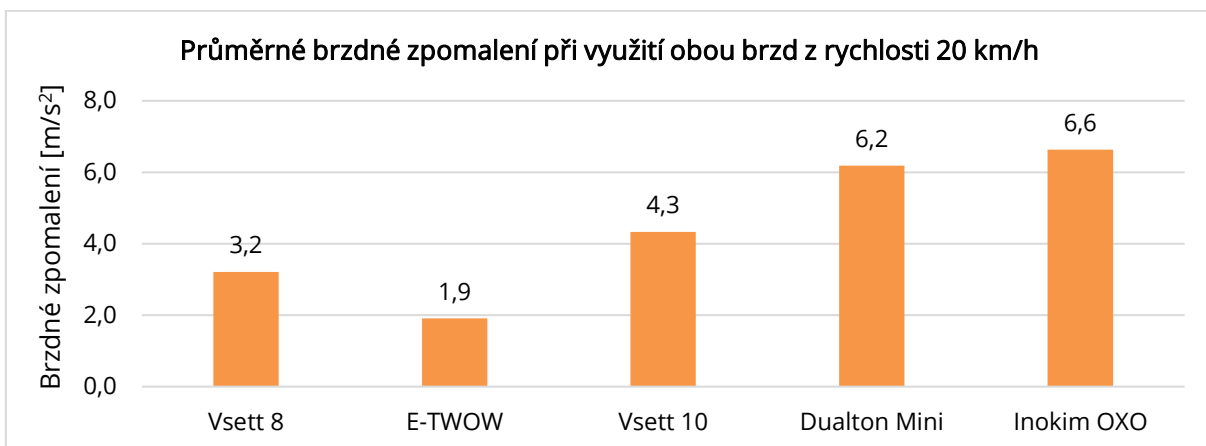
Graf č. 14: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 20 km/h

Graf č. 15. zobrazuje hodnoty průměrného brzdného zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 20 km/h. Nejvyšší hodnoty 5,4 m/s<sup>2</sup> dosáhla opět elektrokoloběžka Inokim OXO. Na druhé straně spektra je elektrokoloběžka E-TWOW se zpomalením 1,6 m/s<sup>2</sup>.



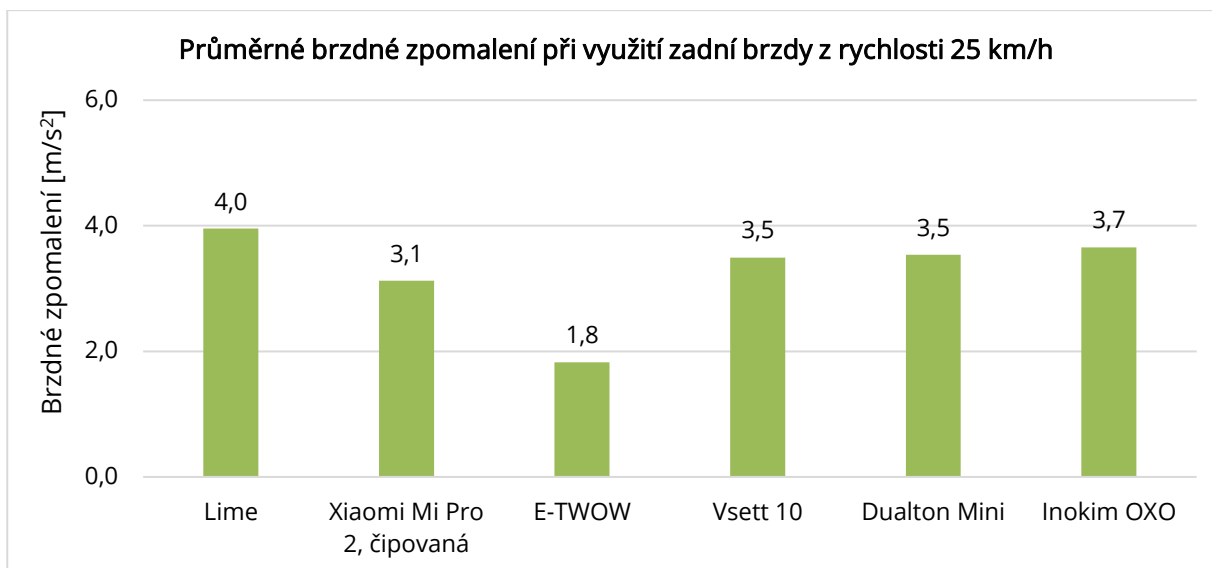
Graf č. 15: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 20 km/h

V grafu č. 16 můžeme vidět průměrné brzdné zpomalení za použití obou brzd. Nejlepší hodnoty (6,6 m/s<sup>2</sup>) dosáhla elektrokoloběžka Inokim OXO. V těsném závěsu ji následuje elektrokoloběžka Dualtron Mini s hodnotou 6,2 m/s<sup>2</sup>. Na opačné straně se již tradičně vyskytuje elektrokoloběžka E-TWOW, která dosáhla hodnoty pouhých 1,9 m/s<sup>2</sup>. To lze přičítat především nízké účinnosti nožní a motorové brzdy a také tomu, že jezdec je mnohem méně stabilní a musí se soustředit na to, aby řídil, palcem mačkal motorovou brzdou, jednou nohou šlapal na blatník a druhou nohou zůstal stabilně stát na koloběžce.



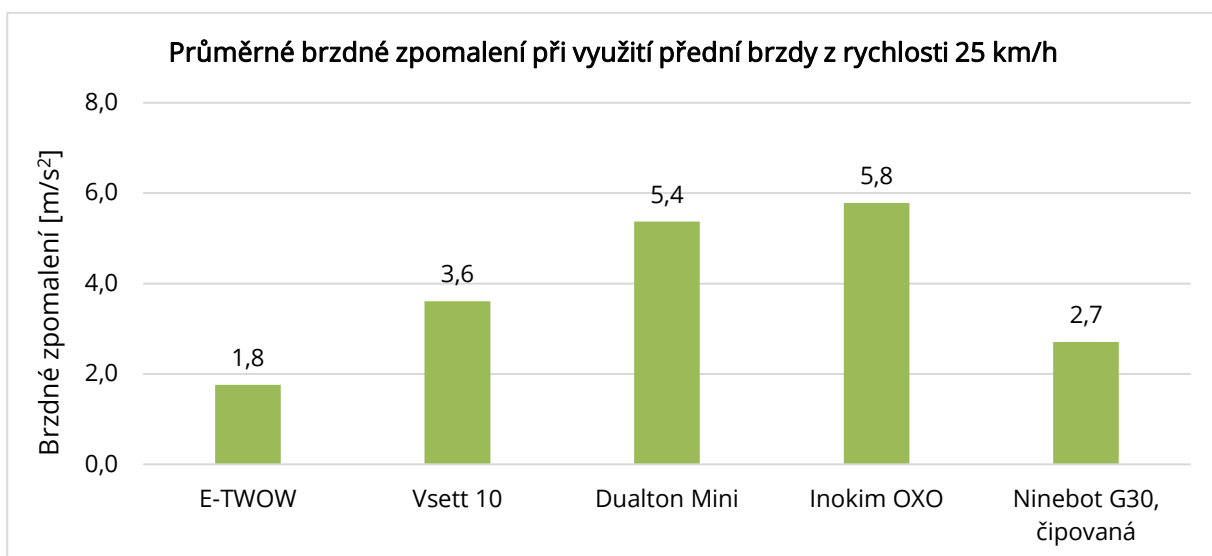
Graf č. 16: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 20 km/h

Graf č. 17 zobrazuje průměrné brzdné zpomalení z rychlosti 25 km/h při využití pouze zadní brzdy. Hodnoty 25 km/h již nedosáhly všechny elektrokoloběžky. Z grafu lze vyčíst, že nejlepší hodnoty dosáhla sdílená elektrokoloběžka Lime (4 m/s<sup>2</sup>). Velmi podobných hodnot dosáhly elektrokoloběžky Vsett 10 (3,5 m/s<sup>2</sup>), Dualtron Mini (3,5 m/s<sup>2</sup>) a Inokim OXO (3,7 m/s<sup>2</sup>).



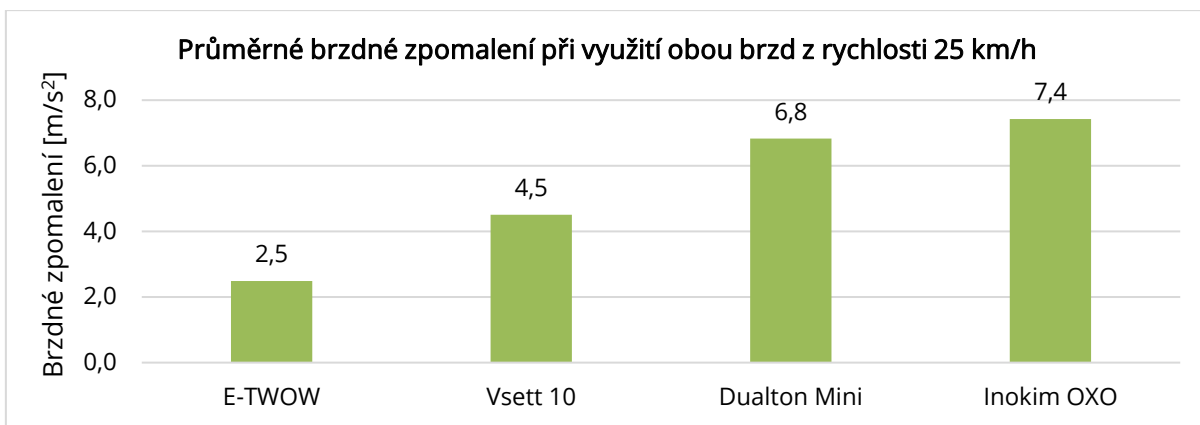
*Graf č. 17: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 25 km/h*

Při využití pouze přední brzdy lze z grafu č. 18 vyčíst, že podobných hodnot zpomalení dosáhly elektrokoloběžky Inokim OXO (5,8 m/s<sup>2</sup>) a Dualtron Mini (5,4 m/s<sup>2</sup>). Koloběžka Vsett 10 by určitě dosáhla lepších hodnot brzdění, kdyby její jezdec zmáčkl brzdové páčky o něco více.



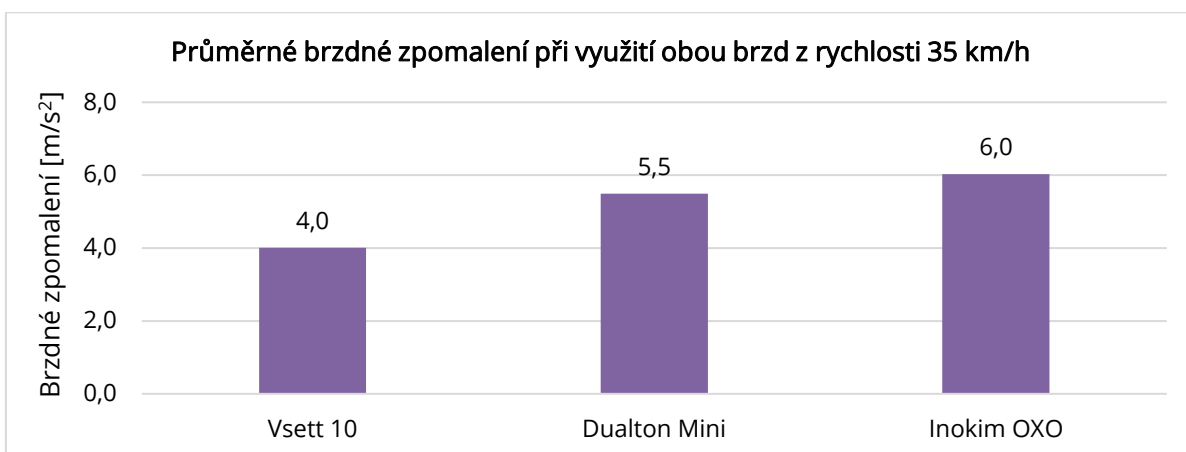
*Graf č. 18: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 25 km/h*

V grafu č. 19 jsou zobrazeny průměrné hodnoty brzdného zpomalení z rychlosti 25 km/h při využití obou brzd. Opět nejlepšího výsledku dosáhla elektrokoloběžka Inokim OXO. O téměř 5 m/s<sup>2</sup> menším brzdným zpomalením decelerovala elektrická koloběžka E-TWOW.



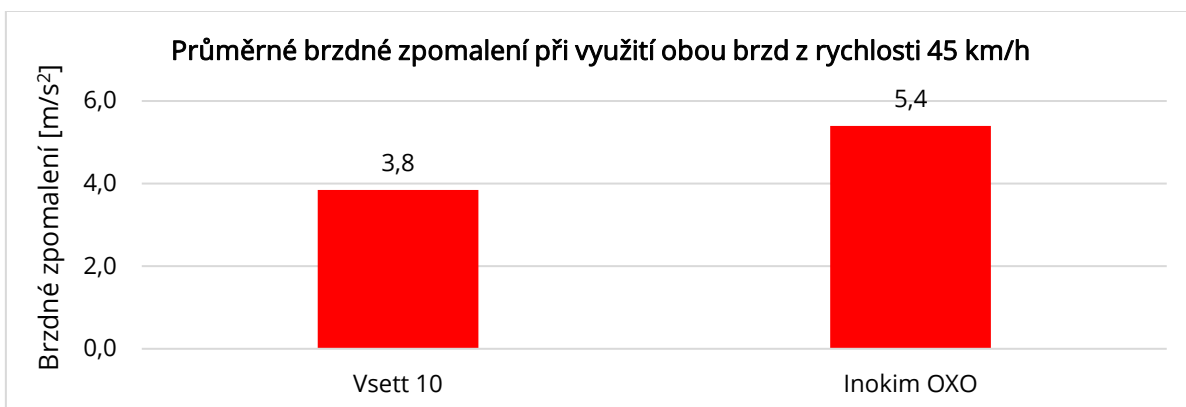
Graf č. 19: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 25 km/h

V Grafu č. 20 můžeme vidět už jen 3 elektrické koloběžky, které byly schopny brzdit z rychlosti 35 km/h. Hodnoty se pohybují mezi 4 m/s<sup>2</sup> až 6 m/s<sup>2</sup>.



Graf č. 20: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 35 km/h

Brzdění z 45 km/h se účastnili pouze dvě elektrické koloběžky, které byly schopny na dané dráze dosáhnout této rychlosti. Kritické brzdění a dosažení vysokých hodnot zpomalení z této rychlosti vyžaduje již velkou dávku zkušeností.

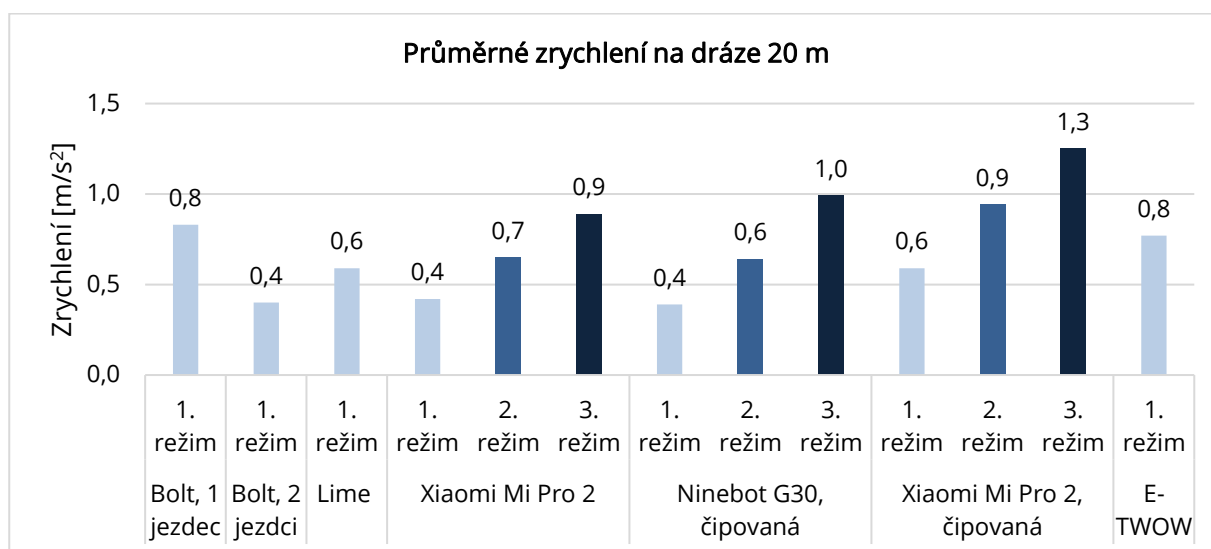


Graf č. 21: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 45 km/h

## 4.5.2 Akcelerace

Akcelerace probíhala na rovném úseku, který měl 100 m. Na této dráze měli jezdci za úkol rozjet se na maximální rychlost. Pokud elektrokoloběžka disponovala více jízdními režimy, tak byly změřeny postupně od nejpomalejšího po nejrychlejší. V případě, že elektrokoloběžka měla pouze jeden jízdni režim, tak byl brán jako první. Data byla získávána pomocí zařízení VBOX Sport a následně exportována do excelu. Správnost zjištěného času akcelerace bylo možné ověřit ze záznamu videokamery umístěné na řídících, která snímala vozovku, na které byly značkovacím sprejem vytvořeny čáry od sebe vzdálené 10 m. Průběh zrychlení (rychlost – čas a zrychlení – čas) jednotlivých elektrokoloběžek včetně tabulky s jednotlivými parametry zrychlení jsou součástí přílohy č. 2.

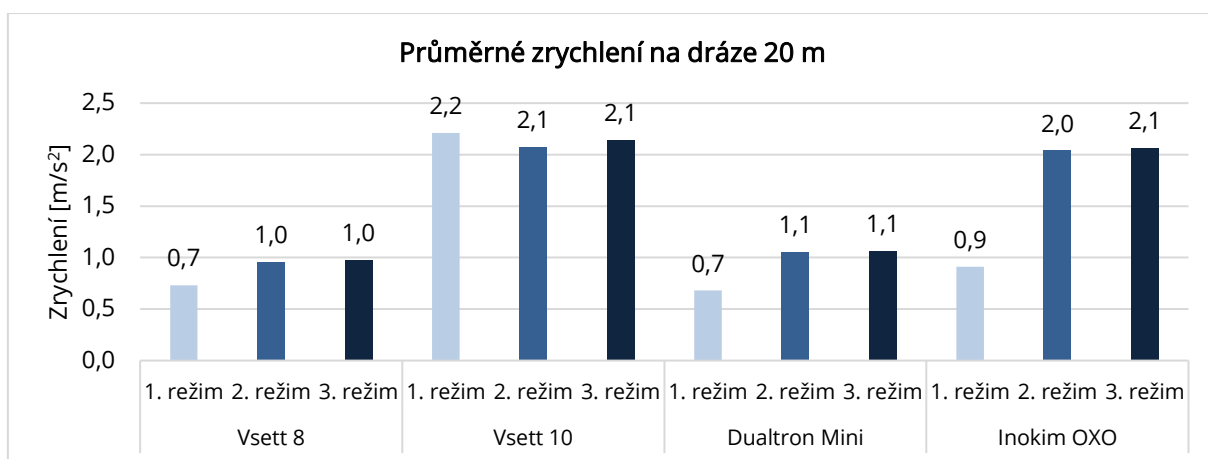
V grafu č. 22 můžeme vidět průměrné zrychlení na dráze 20 m elektrokoloběžek, které jsou typické městské. Nejnižší hodnoty zrychlení dosáhla čipovaná elektrokoloběžka Ninebot G30 na první režim, který elektrokoloběžce dovolí plné zrychlení do přibližně 7 km/h a poté zrychluje velmi pomalu. Naopak třetí režim této koloběžky byl s hodnotou  $1 \text{ m/s}^2$  druhý nejlepší po softwarově upravené elektrokoloběžce Xiaomi Mi Pro 2, která na třetí režim dosáhla zrychlení  $1,3 \text{ m/s}^2$  a to je o  $0,4 \text{ m/s}^2$  lepší výsledek než u stejné koloběžky, ale v továrním nastavení. Za pozornost také stojí rozdíl mezi zrychlením elektrokoloběžky Bolt v případě, kdy na ní jede pouze jeden jezdec a dva jezdci. Se dvěma jezdci dosáhla pouze polovičního zrychlení, co s jedním jezdcem.



Graf č. 22: Průměrné zrychlení na dráze 20 m

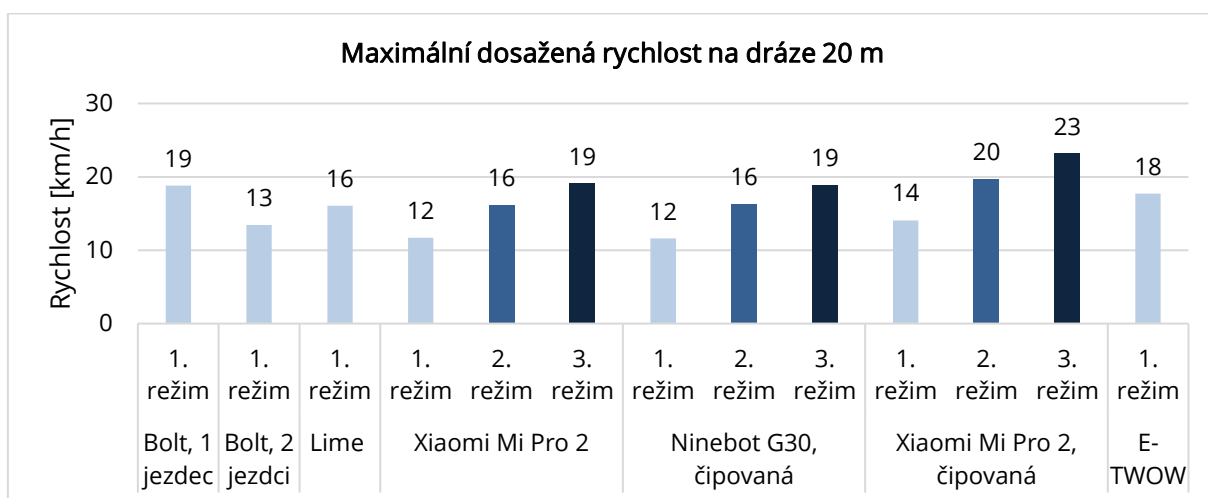
Graf č. 23 zobrazuje průměrné zrychlení elektrokoloběžek, které se řadí už do vyšších kategorií, než je městská. Nejnižší hodnoty zrychlení dosáhla elektrokoloběžka Dualtron Mini a

Vsett 8 v prvním jízdním režimu. U elektrokoloběžky Dualtron je to dáno tím, že tento režim umožní elektrokoloběžce plně zrychlovat pouze do cca 13 km/h a poté výkon již omezí. V případě 2. a 3. režimu jsou hodnoty zrychlení téměř identické, neboť se od sebe začnou odlišovat až v rychlosti mezi 30 až 35 km/h. Značný skok ve zrychlení lze pozorovat mezi 1. a 2. respektive 3. režimem u elektrokoloběžky Inokim OXO. Je to dáno tím, že na první režim začne elektrokoloběžka omezovat výkon již v rychlosti okolo 15 km/h. Nejvýkonnější elektrokoloběžka Vsett 10 dosáhla téměř identických hodnot zrychlení. Rozdíly je možno přičítat například silnějšímu odrazu z nulové rychlosti. Neboť rozdíl mezi režimy začne být až okolo 40 km/h.



Graf č. 23: Průměrné zrychlení na dráze 20 m

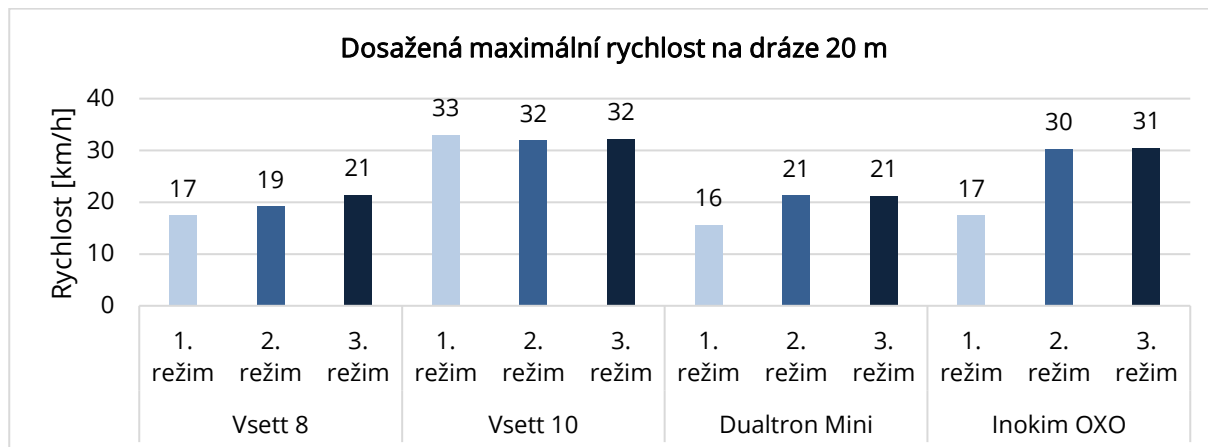
V grafu č. 24 jsou zobrazeny rychlosti, které byly dosaženy městskými elektrokoloběžkami po dvaceti metrech dráhy z počáteční nulové rychlosti. Nejvyšší rychlosti (23 km/h) dosáhla čipovaná elektrokoloběžka Xiaomi na třetí rychlostní režim. O 4 km/h nižší rychlost dosáhla její softwarově neupravená verze. Nejnižší rychlosti (12 km/h) dosáhla elektrokoloběžka Ninebot G30 a Xiaomi Mi pro 2 na první rychlostní režim.



Graf č. 24: Dosažená maximální rychlost na dráze 20 m

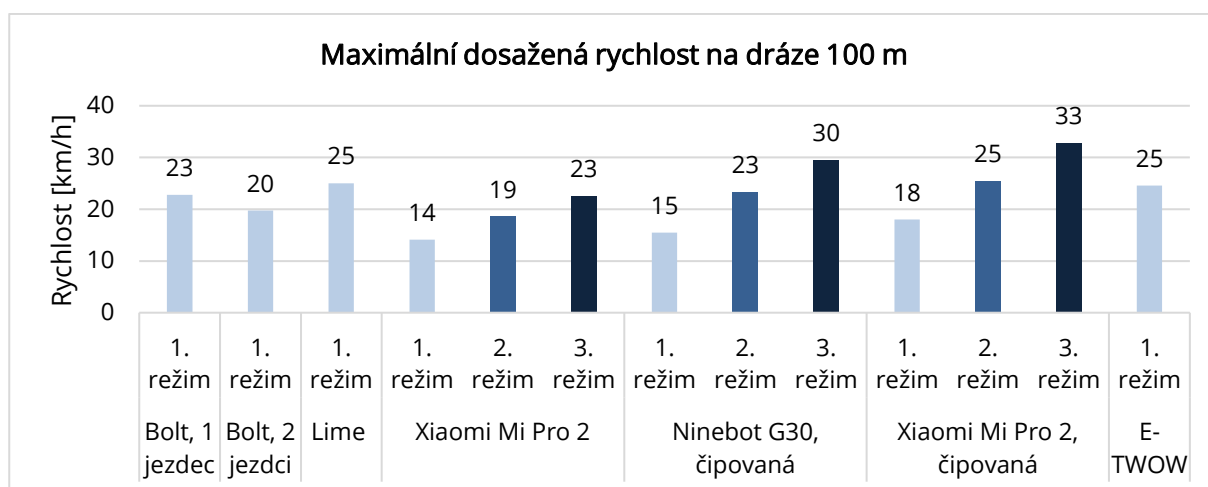


Graf č. 25 zobrazuje hodnoty dosažených rychlostí výkonnějších elektrokoloběžek. Nejrychlejší z nich, Vsett 10 dokázala na stejné dráze zrychlit na rychlost o 10 km/h vyšší než nejrychlejší městská elektrokoloběžka. Těsně za ní je s hodnotou 31 km/h ve třetím jízdním režimu elektrokoloběžka Inokim OXO. Elektrokoloběžky Dualtron Mini a Vsett 8 dosáhly podobných hodnot, jako jejich nejrychlejší městské alternativy, tedy 16 km/h až 21 km/h.



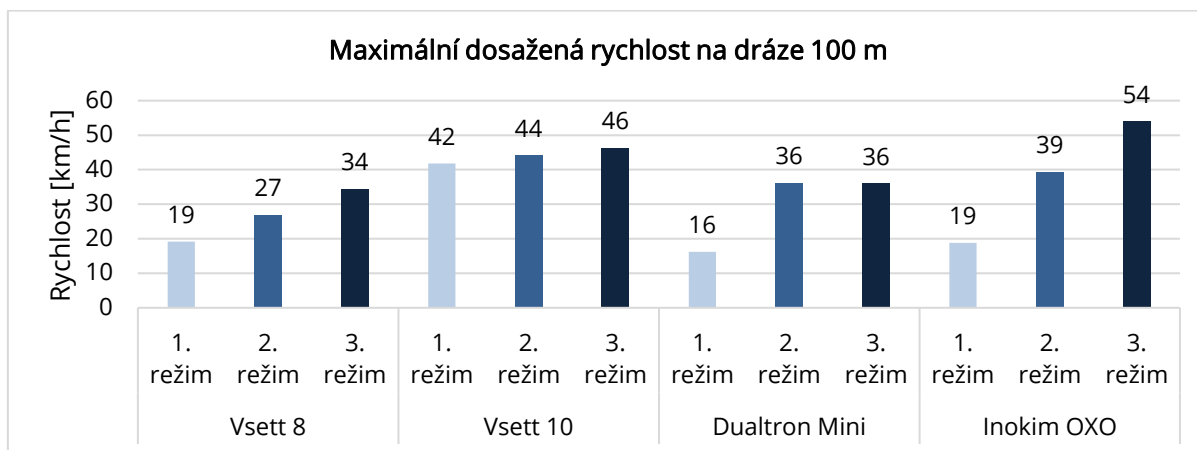
Graf č. 25: Dosažená maximální rychlost na dráze 20 m

Graf č. 26 zobrazuje hodnoty maximální rychlosti, které byly městské elektrokoloběžky schopny dosáhnout na dráze 100 m. Nejvyšší rychlosti (33 km/h) dosáhla upravená elektrokoloběžka Xiaomi, která je původně omezena na 25 km/h. To lze vidět u továrně neupravené verze, která se rozjela na maximálních 23 km/h. Za povšimnutí stojí rozdíl v rychlostech elektrokoloběžky Bolt při jízdě jedné a dvou osob. Zatímco zrychlení na prvních 20 metrech bylo v případě dvou osob poloviční oproti tomu, kdy na koloběžce jel pouze jeden jezdec, tak v případě, že je dráha dostatečně dlouhá, tak se dvěma jezdci se dokáže rozjet na rychlost, která je pouze o 3 km/h nižší než v případě jízdy pouze jednoho jezdce.



Graf č. 26: Maximální dosažená rychlost na dráze 100 m

V případě porovnání grafu č. 26 a č. 27 lze jasně vidět, jaký je rozdíl mezi městskými a ostatními výkonnějšími elektrokoloběžkami. Zatímco nejrychlejší sériová elektrokoloběžka Lime dosáhla maximální rychlosti 25 km/h, tak nejrychlejší sériová výkonná elektrokoloběžka se dokázala rozjet na 54 km/h. V případě, že by dráha byla delší, tak je schopna rozjet se až na 60 km/h. Co se týče nejvýkonnější elektrokoloběžky z testovaného spektra (Vsett 10), tak ta by pro dosažení výrobcem deklarované hodnoty 80 km/h potřebovala mnohem delší dráhu, než dostupných 100 metrů testovacího polygonu.



Graf č. 27: Maximální dosažená rychlost na dráze 100 m

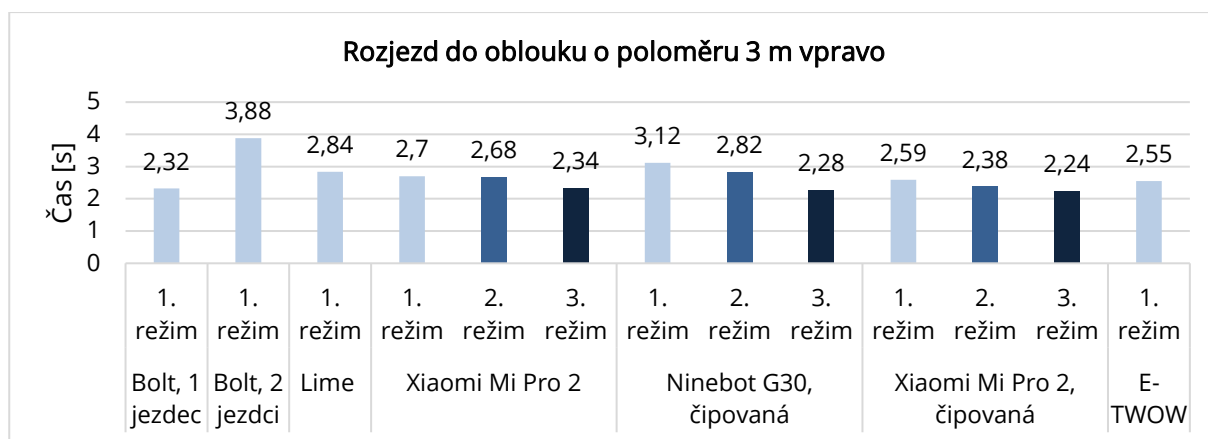
### 4.5.3 Rozjezd do oblouku

Podstatou této disciplíny byla simulace rozjezdu do křižovatky. Poloměry oblouků byly stanoveny na 3, 6 a 9 metrů na každou stranu. Na obloucích byly vyznačeny vzdálenosti po jednom metru plus vzdálenosti, ve kterých oblouk končil. Jezdci měli za úkol, co nejrychleji se do těchto oblouku rozjet. Obdobně jako u akcelerace na rovině, tak i zde se jednotlivé stroje měřily ve více jízdních režimech, pokud byly k dispozici. Kromě zjištění potřebného času pro průjezd obloukem, byla také zkoumáno, zdali se budou časy rozjezdu vpravo a vlevo od sebe významně lišit. Neboť pro některé jezdce může být díky postoji na elektrokoloběžce rozjezd do oblouku na jednu stranu přirozenější než na stranu druhou. Tabulky s přesnými časy průjezdu jednotlivých bodů na obloucích jsou součástí přílohy č. 3.

#### *Rozjezd do oblouku o poloměru 3 metry*

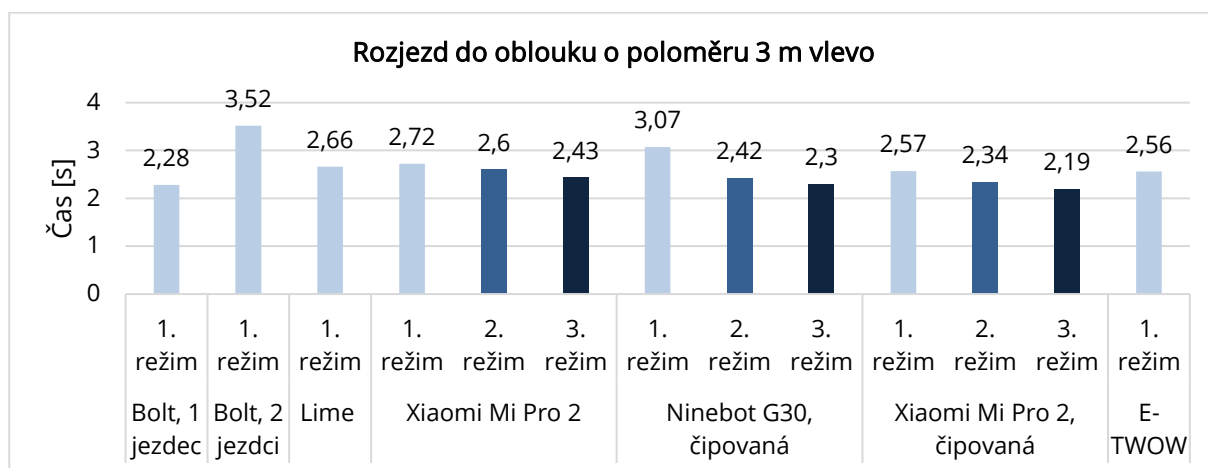
Prvním obloukem, do kterého se jezdci rozjížděli, byl ten s poloměrem 3 m. Tento nejmenší oblouk byl nejvíce problematický. Neboť hned poté co se elektrokoloběžka jezdci rozjela, musel jezdec začít zatáčet do poměrně malého oblouku. Z tohoto důvodu hodně záleželo na jízdních zkušenostech jezdce. Pohodlněji se rozjíždělo jezdci s malými, lehkými a málo výkonnými městskými elektrokoloběžkami, jejichž výkon se dal lépe dávkovat.

V grafu č. 28 jsou zobrazeny hodnoty časů, během kterých jezdci na městských elektrokoloběžkách urazili dráhu 4,72 m vpravo, která odpovídá konci oblouku a počátku přímé jízdy. Nejpomaleji ji projeli dva jezdci na sdílené elektrokoloběžce Bolt. Delšího času také dosáhla elektrokoloběžka Ninebot G30, která má první rychlostní režim výkonově dosti omezený. Nejlepšího času dosáhla softwarově upravená elektrokoloběžka Xiaomi. Zbytek elektrokoloběžek se držel mezi hodnotami 2,28 a 2,84 sekundami.



Graf č. 28: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vpravo

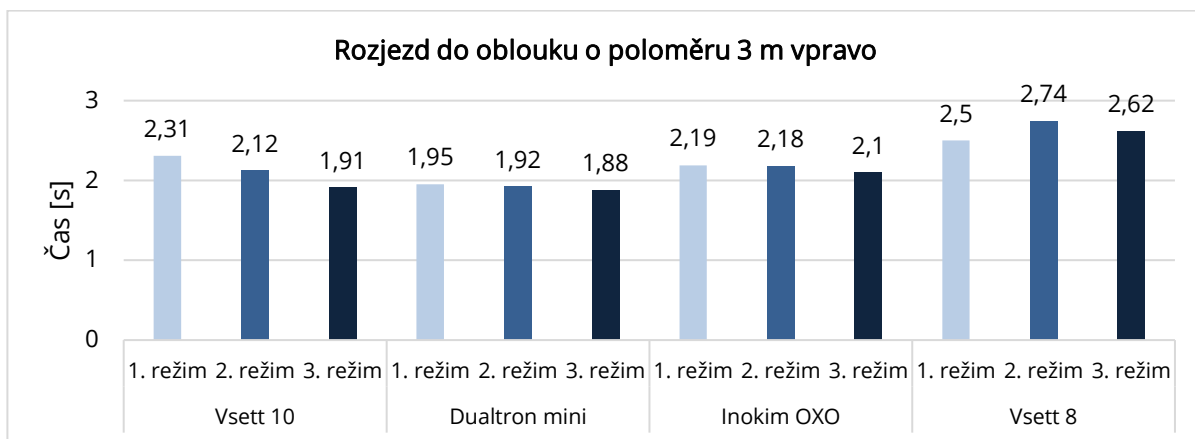
Graf č. 29 ukazuje pro porovnání hodnoty časů, které jezdci na městských elektrokoloběžkách dosáhli při rozjezdu do oblouku vlevo. Z porovnání časů lze říci, že zde nejsou významné rozdíly. Největší změna byla dosažena jezdci na sdílené elektrokoloběžce Bolt a to o 0,36 sekundy. Tato hodnota je i tak vcelku zanedbatelná a mohla být zapříčiněna lepším odrazem řídicího jezdce.



Graf č. 29: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vlevo

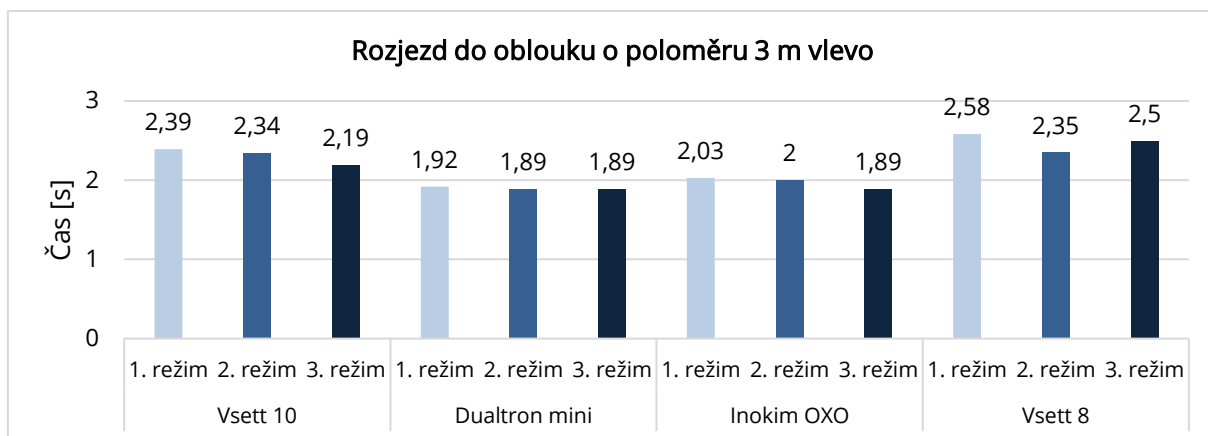
Graf č. 30 zobrazuje hodnoty času potřebný pro projetí oblouků ostatními, respektive výkonnějšími koloběžkami. Nejdéle tento manévr trval jezdci na elektrokoloběžce Vsett 8. Tato

elektrokoloběžka dosáhla hodnot podobných jako první skupina elektrokoloběžek, zde je vhodné říci, že by tento stroj mohl být zařazen i mezi typicky městské koloběžky, ale kvůli dvěma mechanickým brzdám, propracovanému odpružení a vyššímu výkonu byla zařazena do druhé kategorie zkoumaných elektrokoloběžek. Nejlepších hodnot dosáhla elektrokoloběžka Dualton Mini, která se jezdcí jevila jako dobrý kompromis mezi výkonem a obratností. Oproti tomu nejvýkonnější elektrokoloběžky Inokim Oxo a Vsett 10 dosáhly horších času, neboť kvůli jejich hmotnosti a vysokému výkonu jsou do tak malého oblouku hůře ovladatelné.



Graf č. 30: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vpravo

Graf č. 31 pro srovnání ukazuje hodnoty časů, které jezdcům zabralo projetí stejného oblouku, akorát tentokrát vlevo. Opět se zde žádné významné změny neodehrály. Časy se od sebe liší v pár desítkách setin sekundy.

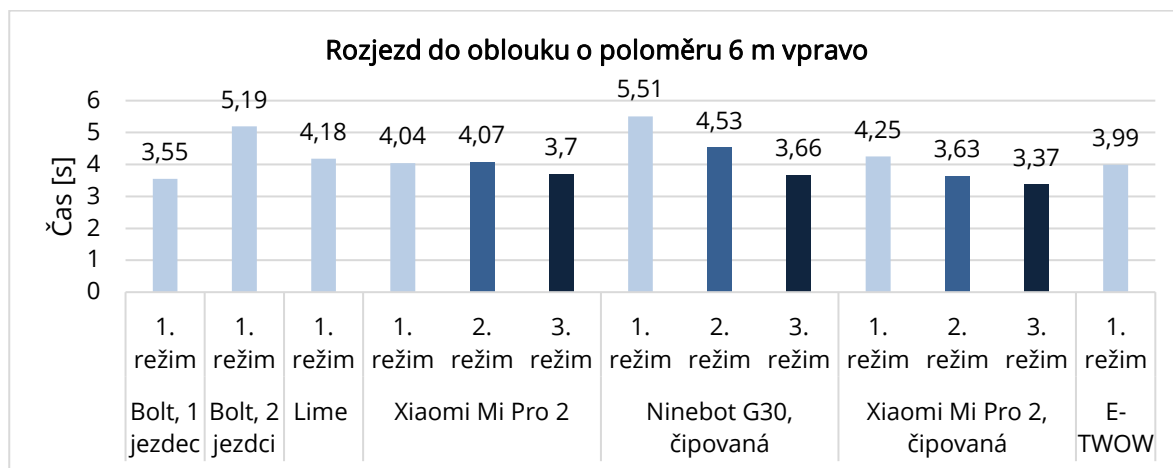


Graf č. 31: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vlevo

#### **Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů**

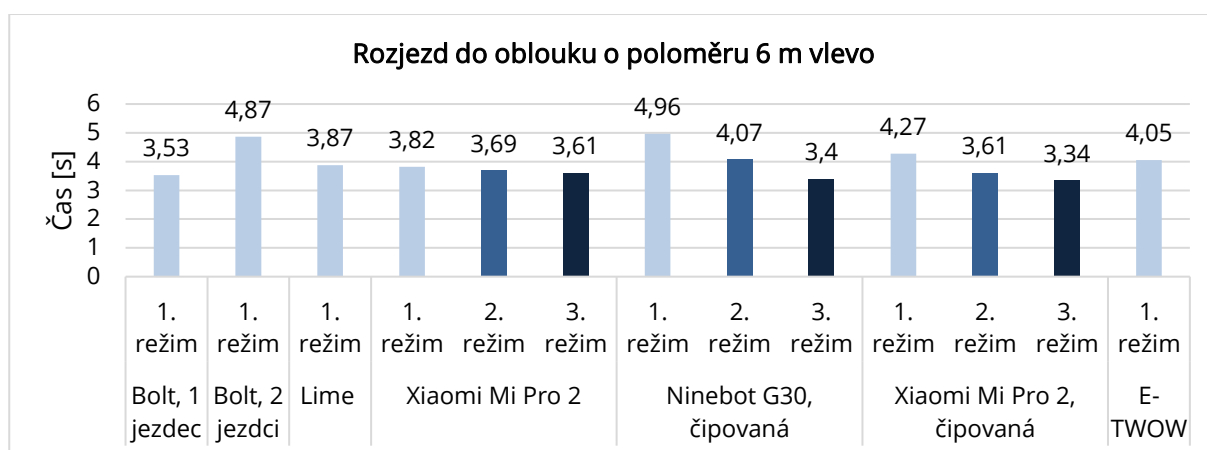
Druhým obloukem, kterým měli jezdcí projíždět byl oblouk o poloměru 6 m na kterém urazili dráhu 9,42 metru. Díky větší dráze a menšímu zaoblení než u prvního oblouku lze pozorovat již větší změny mezi jednotlivými elektrokoloběžkami.

Graf č. 32 zobrazuje jednotlivé časy, které trvaly jezdcům na městských elektrokoloběžkách projet oblouk o poloměru 6 metrů vpravo. Nejdelšího času dosáhl jezdec na elektrokoloběžce Ninebot, neboť je zde první režim omezen na dosti nízkou maximální rychlost okolo 7 km/h, poté elektrokoloběžka zrychluje velmi pomalu. Druhý nejhorší čas (5,19 sekundy) patří elektrokoloběžce Bolt se dvěma jezdci. Zde už lze pozorovat značný rozdíl mezi časy, kdy na této elektrokoloběžce jede jeden jezdec či dva. Nejlepšího času dosáhla jezdka Barbora na čipované elektrokoloběžce Xiaomi Mi pro 2.



Graf č. 32 Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vpravo

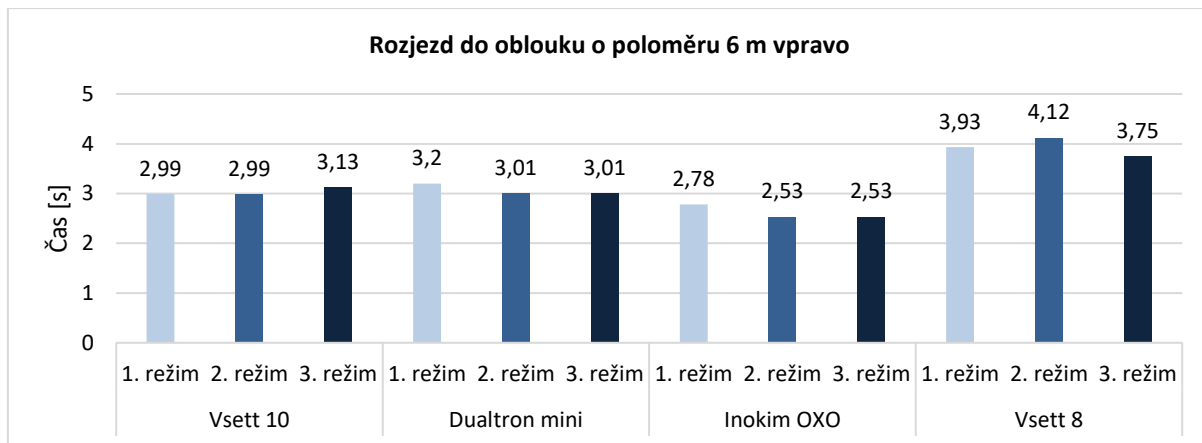
Pro srovnání jsou v grafu č. 33 opět uvedeny časy průjezdu obloukem o poloměru 6 metrů, avšak tentokrát vlevo. Lze předpokládat, že nižších hodnot času se dosáhlo díky lepšímu odrazu z místa. Navíc se všichni jezdci odráželi levou nohou, kterou lze po odrazu vybalancovat směr. Průjezd je pro ně tak subjektivně bezpečnější.



Graf č. 33: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vlevo

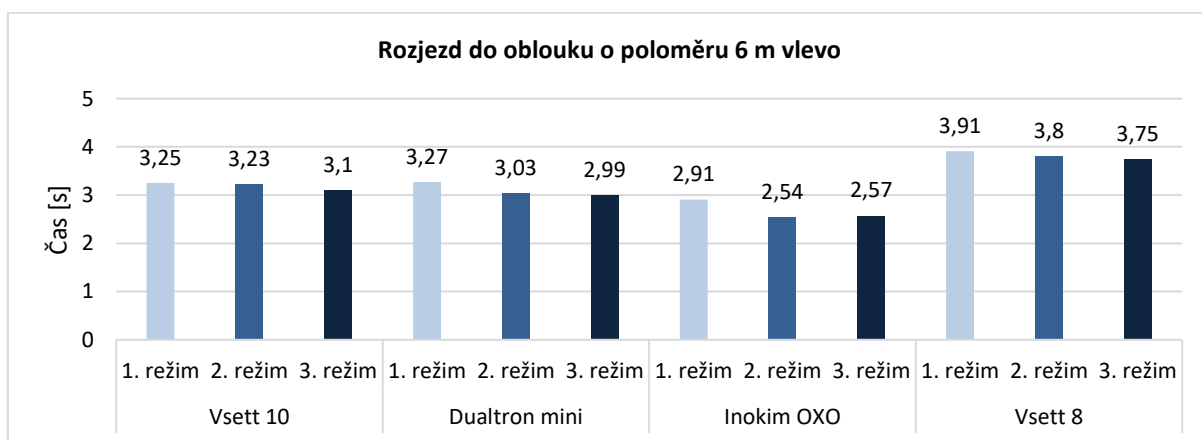
V grafu č. 34 lze vidět značné rozdíly mezi časy silných a slabších elektrokoloběžek. Ze zrychlení v přímce jsme se již dozvěděli, že elektrokoloběžka Vsett 10 zrychluje do 40 km/h stejně

na jakýkoliv rychlostní režim, což se podepsalo i zde. U elektrokoloběžek Dualtron Mini a Inokim OXO je první režim omezen na cca 16 respektive 18 km/h, toto omezení lze pozorovat i zde ve vyšších naměřených časech. Jak lze vidět, tak méně výkonná elektrokoloběžka Vsett 8 dosáhla podstatně delších časů.



Graf č. 34: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vpravo

Pro srovnání graf č. 35 zobrazuje hodnoty pro průjezd obloukem vlevo. Jak lze vidět, tak významných rozdílů zde není.



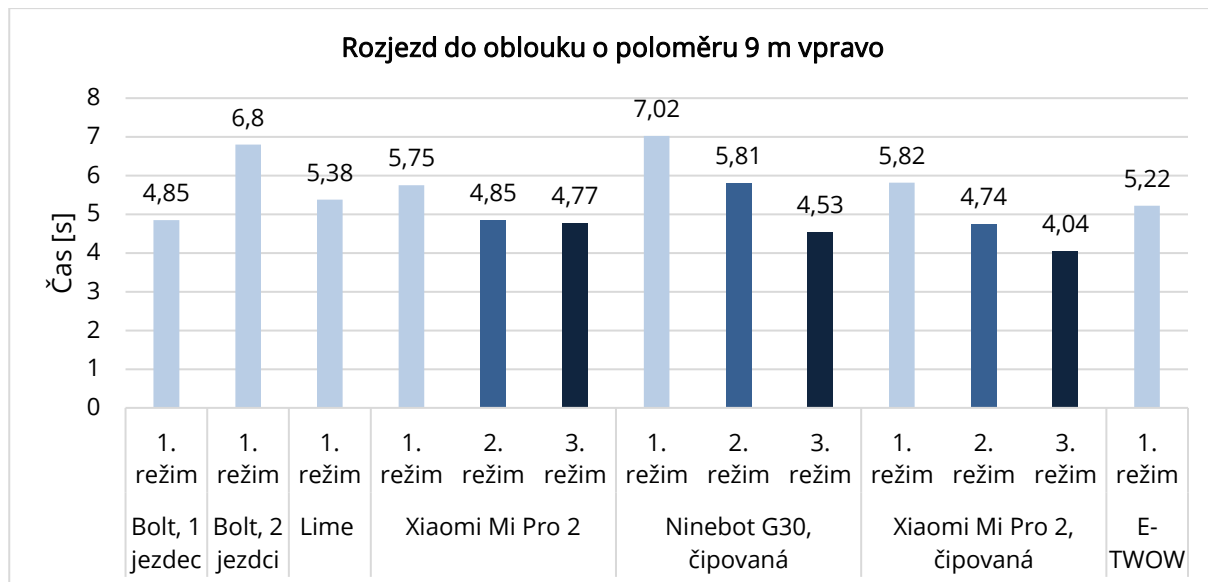
Graf č. 35: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vlevo

### **Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m**

Třetím a zároveň posledním obloukem, do kterého se měli jezdcí za úkol rozjet, měl poloměr 9 metrů. Jezdci tedy museli urazit dráhu dlouhou 14,13 metru. Rozjezd do tohoto oblouku byl nejvíce komfortní, ale i tak do něj ty nejvýkonnější elektrokoloběžky nemohly zrychlovat s plným plynem.

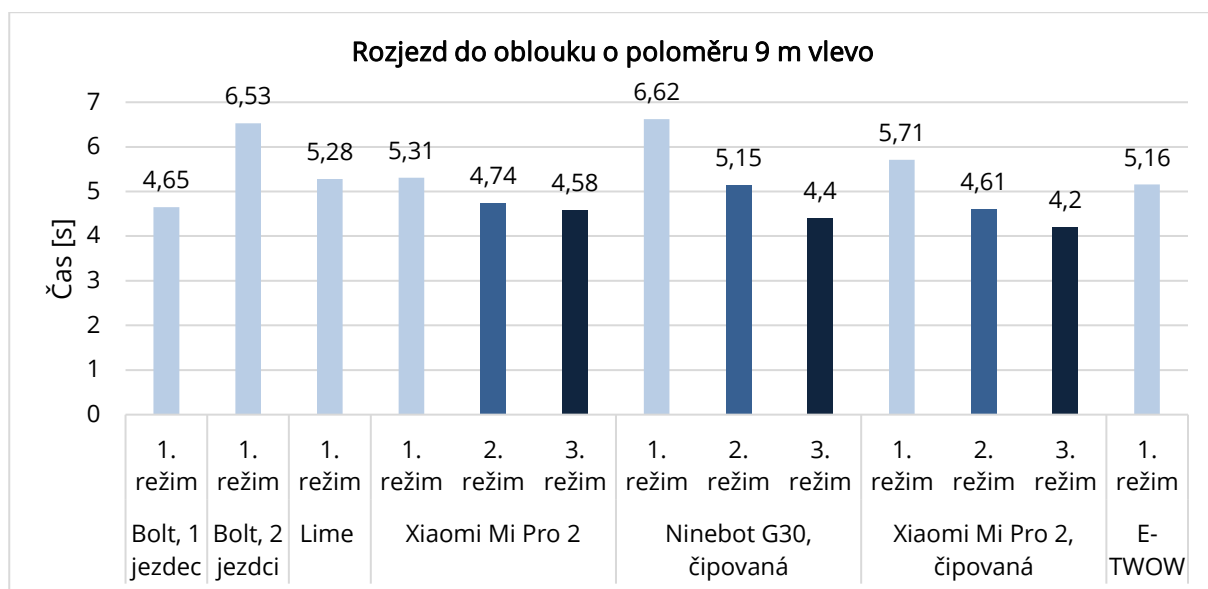
V grafu č. 36 můžeme vidět, že rozjezd do oblouku o poloměru 9 metrů a ujetí 14,13 metru zabere nejrychlejší elektrokoloběžce (čipované Xiaomi) 4,04 sekundy, oproti tomu byla

nejpomalejší elektrokoloběžka Ninebot G 30, které to na první režim trvalo 7,02 sekundy. Jezdec na této koloběžce má v běžném provozu vždy zvolen třetí režim, na který elektrokoloběžka zvládla projet obloukem o 2,5 sekundy rychleji. Průměrný čas projetí obloukem na těchto elektrokoloběžkách je okolo pěti sekund.



Graf č. 36: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vpravo

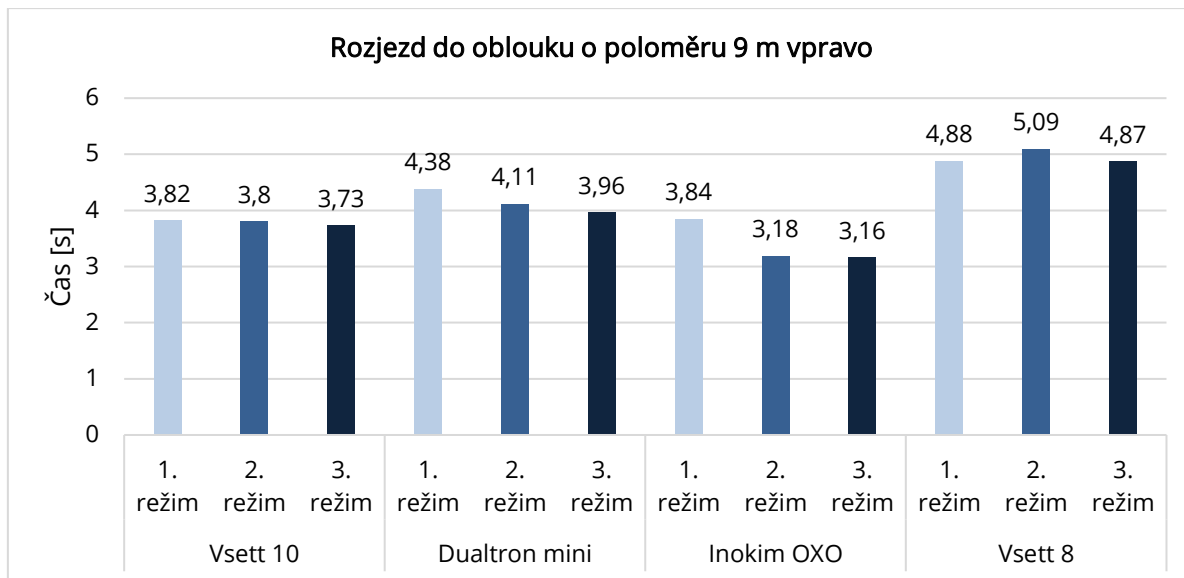
Jak lze vyčíst z grafu č. 37, tak největšího zlepšení oproti rozjezdu do pravého oblouku zaznamenal jezdec na elektrokoloběžce Ninebot G30, který na druhý režim zrychlil o 0,66 sekundy. Ostatní časy jsou si dost podobné.



Graf č. 37: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vlevo

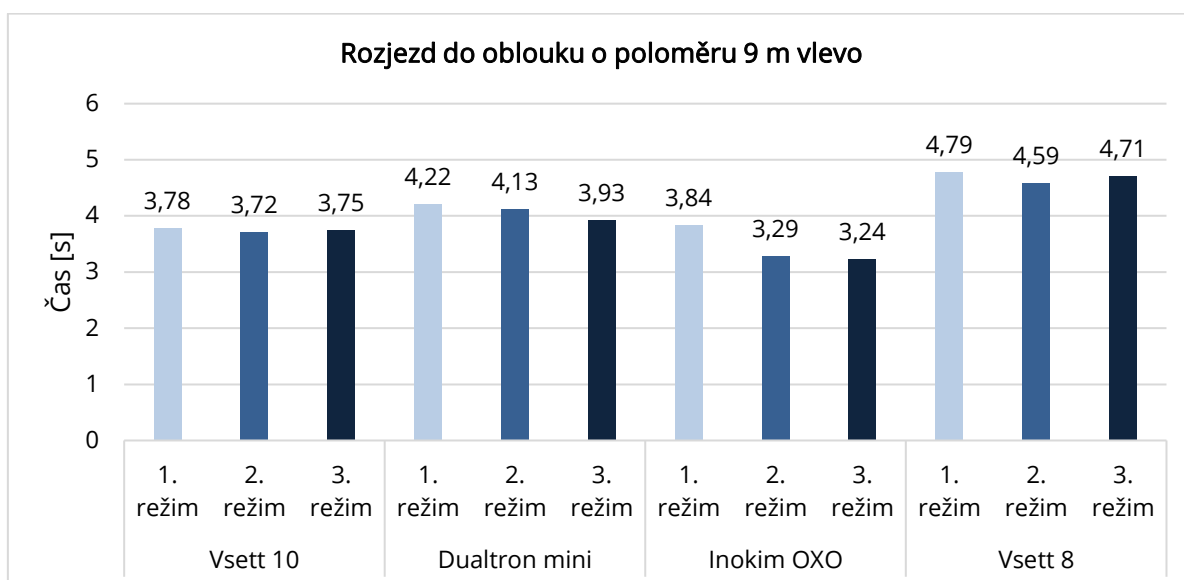


Graf č. 38 zobrazuje časy, kterými projela obloukem druhá kategorie elektrokoloběžek. Nejkratší čas byl zaznamenán u elektrokoloběžky Inokim OXO a to 3,16 sekundy při jízdě na třetí režim. Elektrokoloběžky Vsett 10 a Dualtron Mini se pohybovaly okolo hranice čtyř sekund. Oproti tomu elektrokoloběžka Vsett 8 projela daným obloukem za dobu pohybující se okolo pěti sekund.



Graf č. 38: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vpravo

Graf č. 39 zobrazuje rozjezd stejných elektrokoloběžek jako graf 28, avšak v tomto případě na levou stranu. Ze srovnání lze říct, že rozdíly v časech průjezdu jsou minimální. Největší rozdíl lze pozorovat u elektrokoloběžky Vsett 8 na druhý jízdni režim, kde si polepšila o 0,5 sekundy.



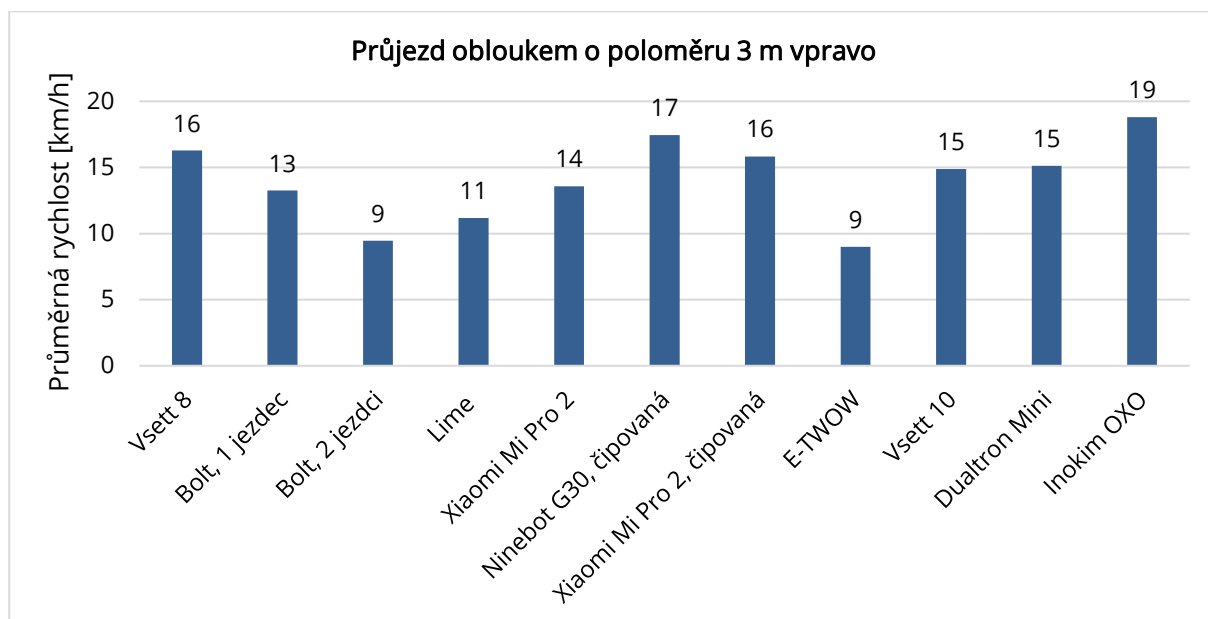
Graf č. 39: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vlevo

#### 4.5.4 Průjezd obloukem

Při měření průjezdu obloukem byly zjišťovány maximální rychlosti, kterými je byli jezdci schopni projet. Jezdci projížděli oblouky o poloměrech 3, 6 a 9 metrů do obou směrů. Hodnoty výsledné průměrné rychlosti závisely především na zkušenostech jezdce a také na modelu elektrokoloběžky, kde hrály roli především pneumatiky. Detaily pneumatik je možné vidět v kapitole 4.3.1.

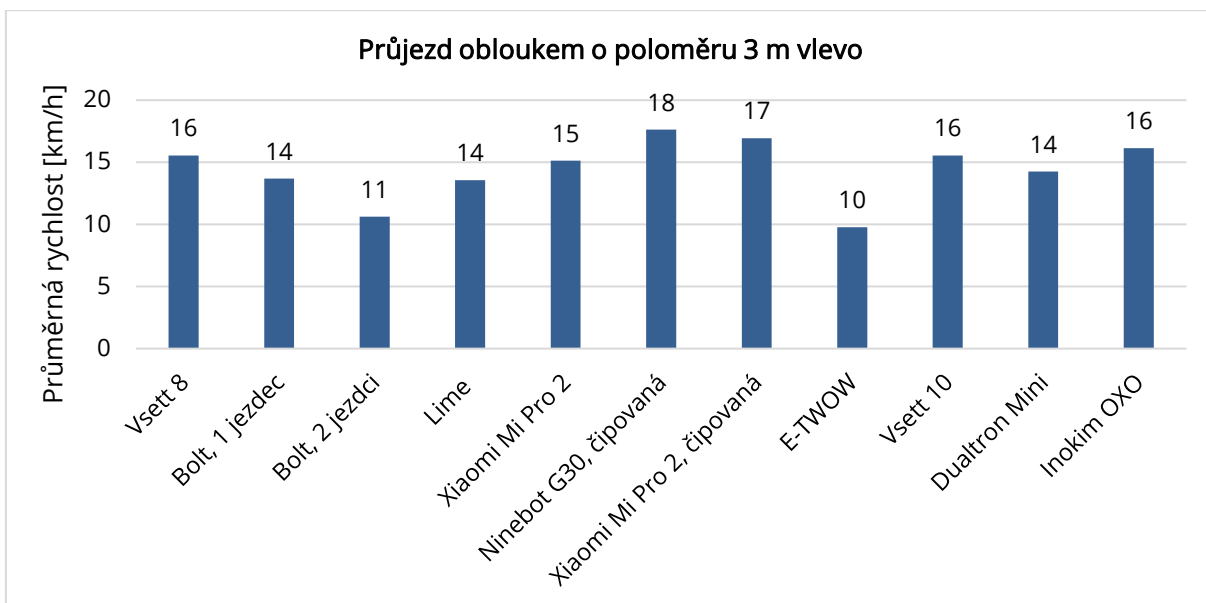
##### *Průjezd obloukem o poloměru 3 metry*

Jako první projížděli jezdci oblouk o poloměru 3 metry vpravo. Jak lze vidět v grafu č. 40, tak nejnižší hodnoty bylo dosaženo s elektrokoloběžkou E-TWOW, neboť jezdce se na vyšší rychlost neodvážila. Stejnou rychlostí projeli obloukem také dva jezdci na sdílené elektrokoloběžce Bolt. Je to dáno především díky zhoršené ovladatelnosti, protože v případě, kdy na koloběžce jede pouze jeden jezdec, tak je schopen projet obloukem rychlostí 13 km/h. Nejlepších hodnot dosáhli jezdci na elektrokoloběžkách Vsett 8, Ninebot G30 a Inokim OXO, to lze především přičítat větším zkušenostem jezdců. Průměrná rychlost za všechny jezdce činí 14 km/h.



Graf č. 40: Průjezd obloukem o poloměru 3 m vpravo

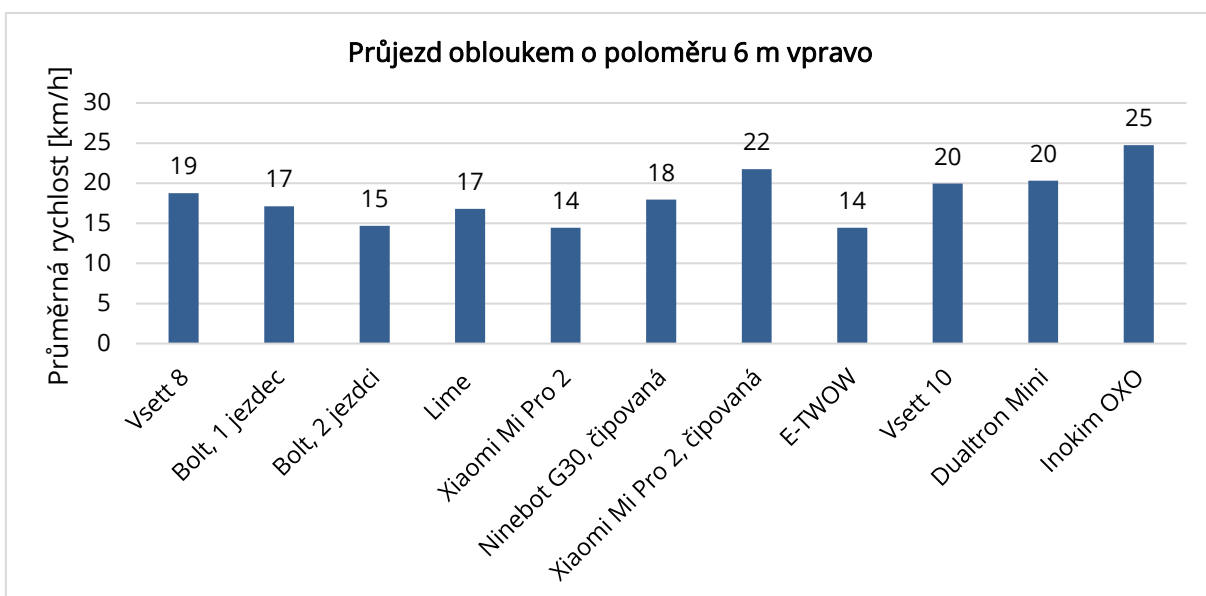
Pro srovnání jsou v grafu č. 41 zobrazeny průměrné rychlosti průjezdu obloukem o poloměru 3 metry, avšak tentokrát vlevo. Hodnoty se od předchozího grafu příliš neliší. Nejnižší hodnoty rychlosti opět dosáhla jezdce na elektrokoloběžce E-TWOW. Za ní následují dva jezdci na sdílené elektrokoloběžce Bolt. Nejvyšší rychlosti dosáhl jezdec na elektrokoloběžce Ninebot G30 a to 18 km/h. Průměrná rychlost za všechny jezdce činí 14 km/h.



Graf č. 41: Průjezd obloukem o poloměru 3 m vlevo

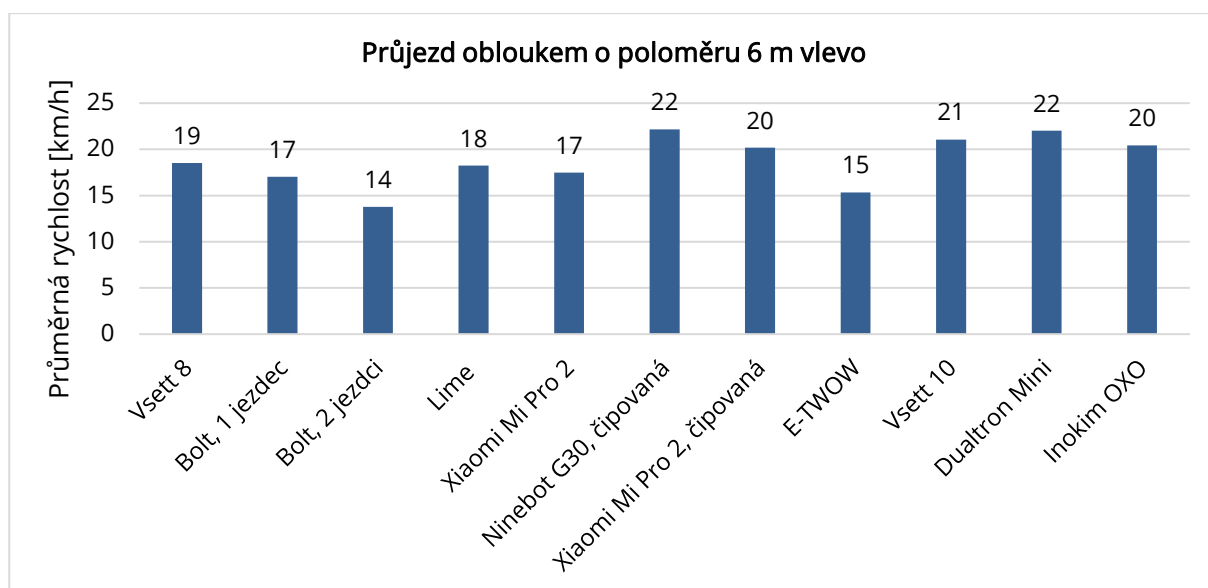
#### Průjezd obloukem o poloměru 6 metrů

Druhý oblouk, který měli jezdci za úkol projet měl poloměr 6 metrů. Dle grafu č. 42 jím byli jezdci schopni projet rychlostmi od 14 km/h až po rychlost 25 km/h, kterou lze dle vyjádření jezdce na elektrokoloběžce Inokim OXO brát jako limitní. Průměrná rychlost za všechny jezdce dosáhla hodnoty 18 km/h.



Graf č. 42: Průjezd obloukem o poloměru 6 m vpravo

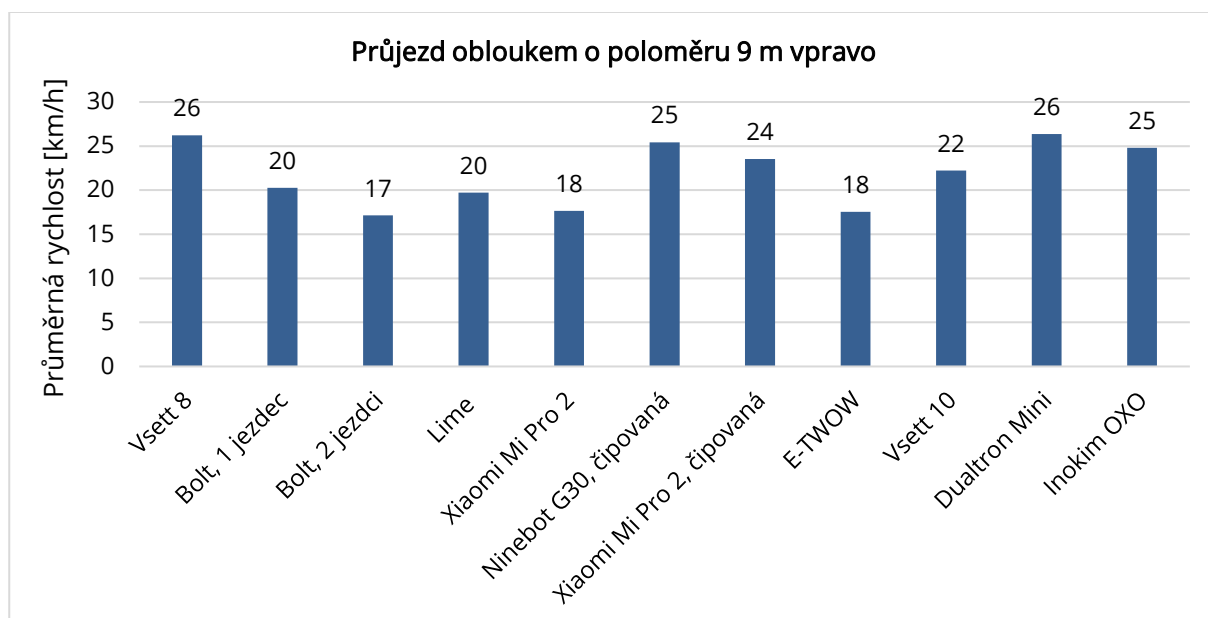
Pro srovnání je zde graf č. 43, který zobrazuje průjezd obloukem o poloměru 6 m vlevo. Nejrychleji projel obloukem jezdec na elektrokoloběžce Ninebot G30. Celkový průměr za všechny jezdce činí 19 km/h.



Graf č. 43: Průjezd obloukem o poloměru 6 m vlevo

#### Průjezd obloukem o poloměru 9 metrů

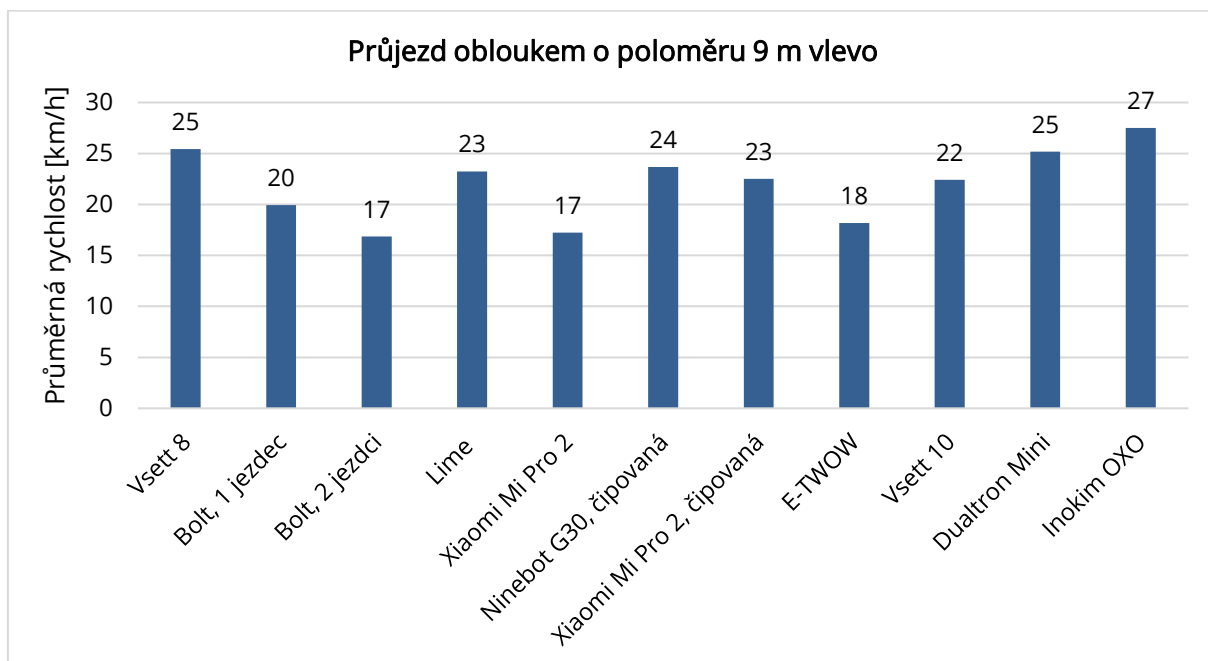
Poslední oblouky, kterými jezdci projížděli měly poloměr 9 metrů. Tyto oblouky bylo možné projet relativně vysokou rychlostí. Jak ukazuje graf č. 44, tak nejrychleji pravým obloukem projel jezdec na elektrokoloběžce Dualtron Mini a Vsett 8 a to rychlostí 26 km/h. Nejnižší rychlosti dosáhli dva jezdci na sdílené elektrokoloběžce Bolt. Průměrná rychlost za všechny jezdce činí 22 km/h.



Graf č. 44: Průjezd obloukem o poloměru 9 m vpravo

V grafu č. 45 můžeme vidět rychlosti, kterými jezdci projeli oblouk o poloměru 9 metrů vlevo. Nejvyšší rychlosti dosáhl jezdec na elektrokoloběžce Inokim OXO. O 2 km/h byl pomalejší

jezdec na elektrokoloběžce Vsett 8 a Dualtron Mini. Nejpomalejší byli dva jezdci na elektrokoloběžce Bolt, což lze přičítat jednak ovladatelnosti a také dosažení téměř maximální rychlosti, která byla na testovací rovině 20 km/h.



Graf č. 45: Průjezd obloukem o poloměru 9 m vlevo

#### 4.5.5 Vychýlení se při ohlížení

Tato měřená disciplína simulovala situaci, kdy jezdec jede přímým směrem a ohlídně se za sebe, tak aby za sebou zkontroloval dopravní situaci. Tyto úkony se v reálném provozu dějí především před odbočením vpravo či při objíždění překážky. Jezdci měli za úkol v rychlostech 10, 15, 20 a 25 km/h najet na rastr a na vyznačeném místě se za sebe ohlédnout. Správnou rychlost si jezdci hlídali sami pomocí mobilního telefonu, který byl přimontován na řídících a zobrazoval aktuální rychlost dle GPS.

Tab. č. 2: Vychýlení se z přímého směru při ohlížení

Elektrokoloběžka	Rychlost [km/h]	Vychýlení [m]		
		Vlevo	Vpravo	Celkem
Vsett 8	10	30	10	40
	15	15	5	20
	20	15	20	35
	25	10	15	25
Bolt, 1 jezdec	10	20	30	50
	15	10	10	20
	20	10	0	10
Bolt, 2 jezdci	10	15	20	35
	15	0	30	30
	20	0	10	10

<b>Elektrokoloběžka</b>	<b>Rychlost</b>	<b>Vychýlení [m]</b>		
Lime	10	20	20	40
	15	15	10	25
	20	10	15	25
	25	10	10	20
Xiaomi Mi Pro 2	10	20	20	40
	15	20	10	20
	20	10	10	20
Ninebot G30, čipovaná	10	35	40	75
	15	20	30	50
	20	20	10	30
	25	20	20	40
Xiaomi Mi Pro 2, čipovaná	10	30	10	40
	15	15	10	25
	20	15	20	35
	25	15	0	15
E-TWOW	10	10	15	25
	15	20	10	30
	20	5	10	15
	25	0	20	20
Vsett 10	10	10	20	30
	15	10	10	20
	20	10	10	20
	25	0	20	20
Dualtron Mini	10	30	10	40
	15	10	10	20
	20	20	20	40
	25	10	10	20
Inokim OXO	10	10	35	45
	15	0	30	30
	20	10	10	20
	25	20	10	30

V tabulce výše může vidět hodnoty, kterých jezdci dosáhli na jednotlivých koloběžkách. Jezdec na elektrokoloběžce Dualtron Mini jel také na Elektrokoloběžce Inokim OXO. Nejvíce se jezdci vychylovali z přímého směru, když se měli ohlédnout při rychlosti 10 km/h. Průměrná hodnota celkového vychýlení se na obě strany činila 42 centimetrů. Nejvyšší hodnoty vychýlení dosáhl jezdec na elektrokoloběžce Ninebot G30, který se na levou stranu vychýlil o 35 centimetrů a na pravou stranu 40 centimetrů, celková hodnota činí 75 centimetrů. Ostatním jezdčům se při 10 km/h dařilo držet celkové vychýlení na hodnotě okolo 40 centimetrů. Nejlépe zvládla tuto disciplínu jezdčyně na elektrokoloběžce E-TWOW, která se vpravo vychýlila pouze o 15 centimetrů a vlevo o 10 centimetrů.

Při 15 km/h se průměrná hodnota celkového vychýlení zlepšila na 26 centimetrů. Nejvíce se vychýlil opět jezdec na elektrokoloběžce Ninebot G30 a to o 20 centimetrů vlevo a o 30 centimetrů vpravo. Celkem tedy o 50 cm. Zbylým jezdčům se dařilo korigovat směr tak, že se celkově vychýlili o 20 až 30 centimetrů.

Při rychlosti 20 km/h k podstatnému zlepšení nedošlo, neboť průměrná hodnota celkového vychýlení činí 24 centimetrů. V této rychlosti je sice jezdec stabilnější, avšak pokud lehce vytočí řídítka, tak díky větší rychlosti urazí větší dráhu směřující od středové čáry. Nejhoršího výsledku dosáhl jezdec na elektrokoloběžce Dualtron Mini, který se na obě strany vychýlil o 20 centimetrů.

Celková průměrná vzdálenost vychýlení se z přímého směru je při 25 km/h identická s rychlostí 20 km/h. Nejlepšího výsledku dosáhla jezdyně na čipované elektrokoloběžce Xiaomi, která se vychýlila o pouhých 15 centimetrů.

#### **4.5.6 Příčné přemístění**

Při měření příčného přemístění byly sledovány tři hlavní parametry. Prvním parametrem byla vzdálenost zahájení manévru před překážkou, určující, jak daleko musí jezdec začít s manévrem, tak aby se dokázal vyhnout překážce. Druhým parametrem byl čas potřebný pro provedení celého manévru od zahájení po srovnání se do přímého směru a třetí sledovaný parametr bylo příčné přemístění, tedy jakou vzdálenost jezdec urazil v příčném směru. Z posledních dvou parametrů bylo vypočítáno příčné zrychlení.

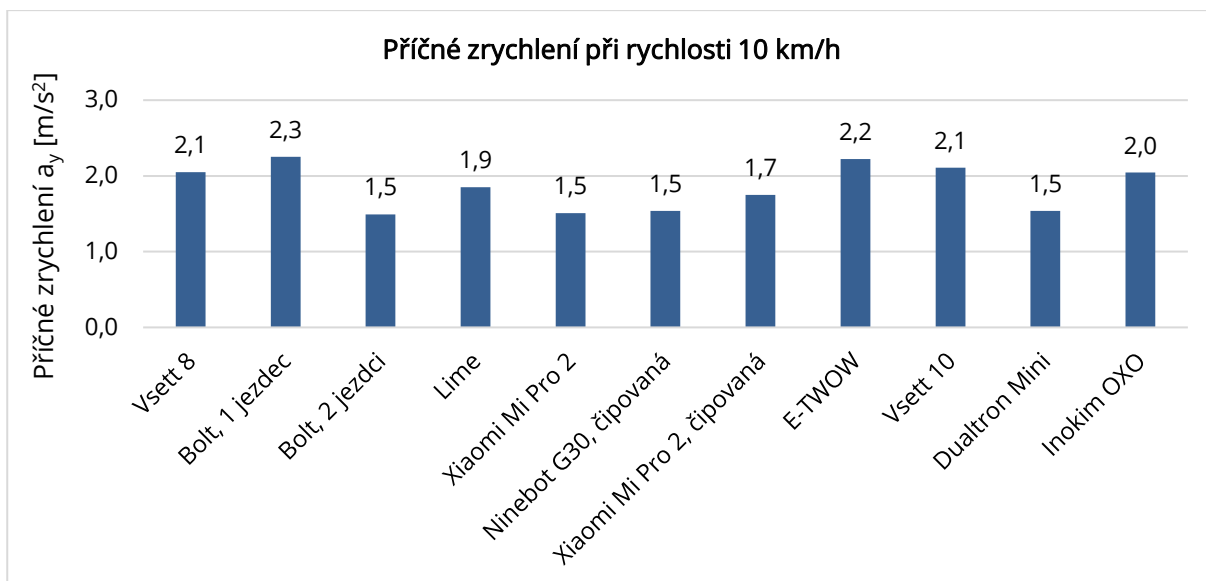
Tento manévr byl prováděn v rychlostech 10, 15, 20 a 25 km/h. Rychlost si jezdci kontrolovali pomocí mobilního telefonu na řídících, kde byl spuštěn rychloměr pracující na základě GPS. Veškeré potřebné údaje pro výpočet příčného zrychlení jsou uvedeny v tabulce, která je součástí přílohy č. 4.

Příčné přemístění bylo zahájeno ve chvíli kdy jezdec usoudil za vhodné, že by měl začít s výhybným manévrem, tak aby se dokázal vyhnout vyznačené překážce. Tím pádem se mezi jednotlivými jezdci liší místo zahájení manévru a také vzdálenost příčného přemístění. Co mají společné je rychlost v jednotlivých měřeních. Tento způsob měření má nejbližší k simulaci reálné situace vyhýbání se chodci či vyhnutí se otevřeným dveřím parkujícího automobilu, zasahujícím do vozovky.

##### ***Příčné zrychlení a celkový čas manévru při rychlosti 10 km/h***

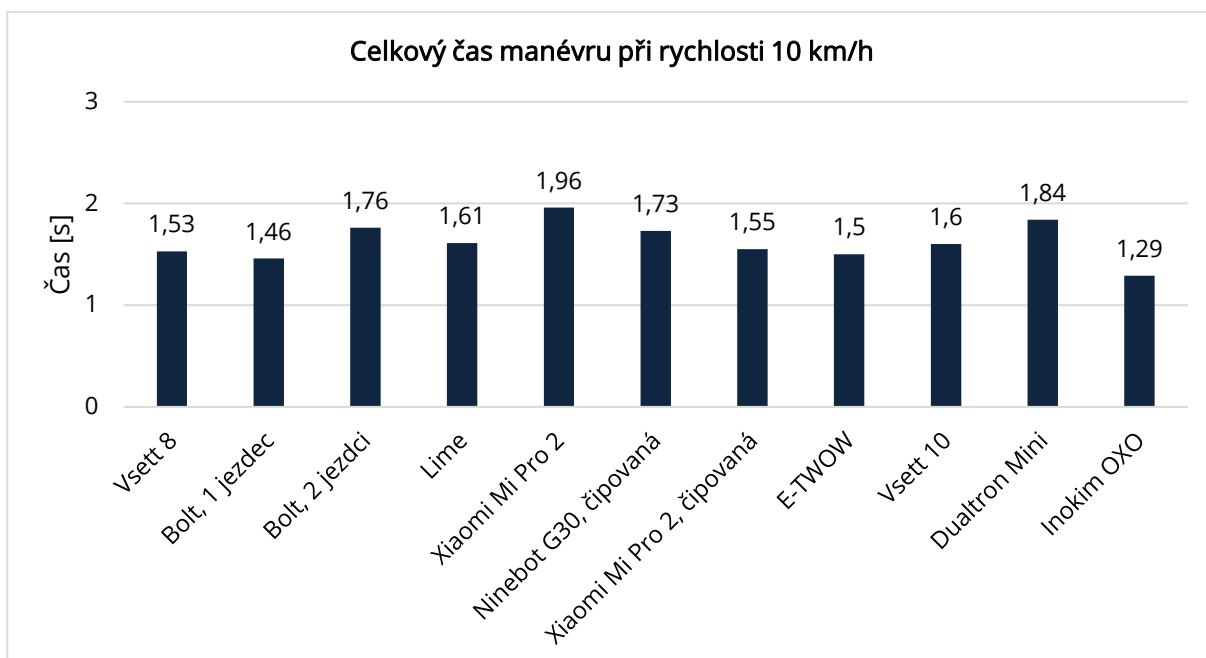
Z Grafu č. 46 je možné vyčíst, že největšího příčného zrychlení při rychlosti 10 km/h dosáhl jezdec na elektrokoloběžce Bolt, a to hodnoty 2,3 m/s<sup>2</sup>. V případě, kdy na té samé elektrokoloběžce jeli dva jezdci, tak dosáhli nejhoršího výsledku. Je to dáno především faktem, že manévrovatelnost ve dvou jezdcih je značně ztížena. Ostatní nízké hodnoty pohybující se okolo 1,5 m/s<sup>2</sup> lze přičítat opatrnosti jezdců při výhybném manévru. Průměrná hodnota příčného zrychlení při rychlosti 10 km/h je 1,9 m/s<sup>2</sup>.





Graf č. 46: Příčné zrychlení při rychlosti 10 km/h

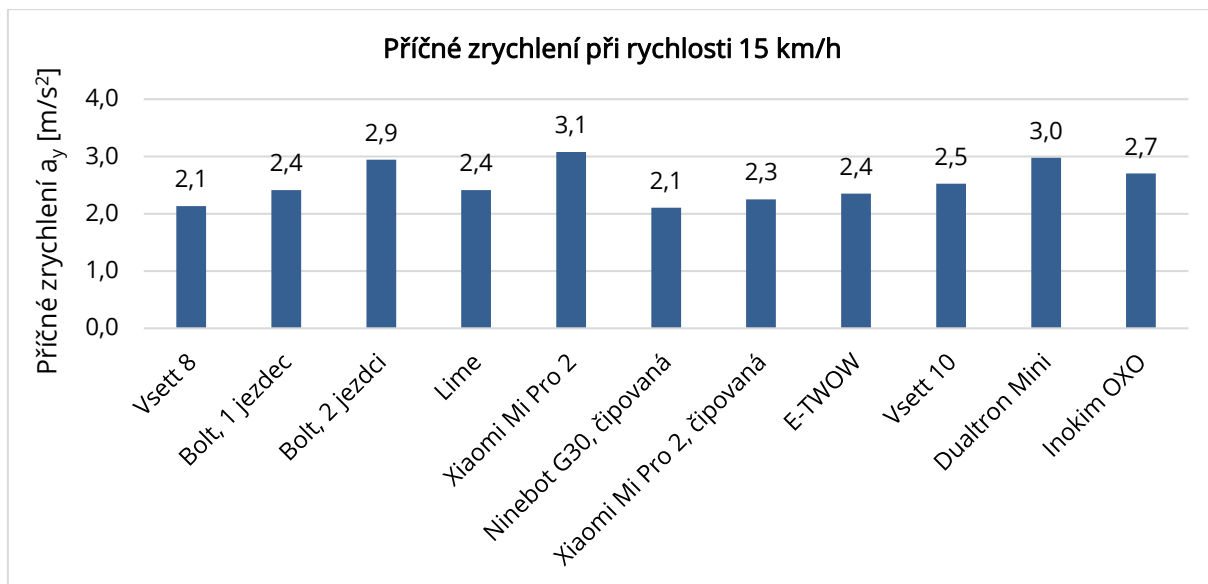
V grafu č. 47 jsou uvedeny časy pro provedení výhybného manévru v rychlosti 10 km/h. Nejdéle manévru trval jezdcí na elektrokoloběžce Xiaomi 1,96 sekundy, poté jezdcí na elektrokoloběžce Dualtron Mini 1,84 sekundy a následně také dvěma jezdcům na sdílené elektrokoloběžce Bolt 1,76 sekundy. Průměrný čas pro provedení tohoto manévru při rychlosti 10 km/h je 1,62 sekundy. Pro výpočet příčného zrychlení je důležitým údajem kromě času také vzdálenost příčného přemístění, která je uvedena v tabulce, která je součástí přílohy č. 4.



Graf č. 47: Celkový čas manévru při rychlosti 10 km/h

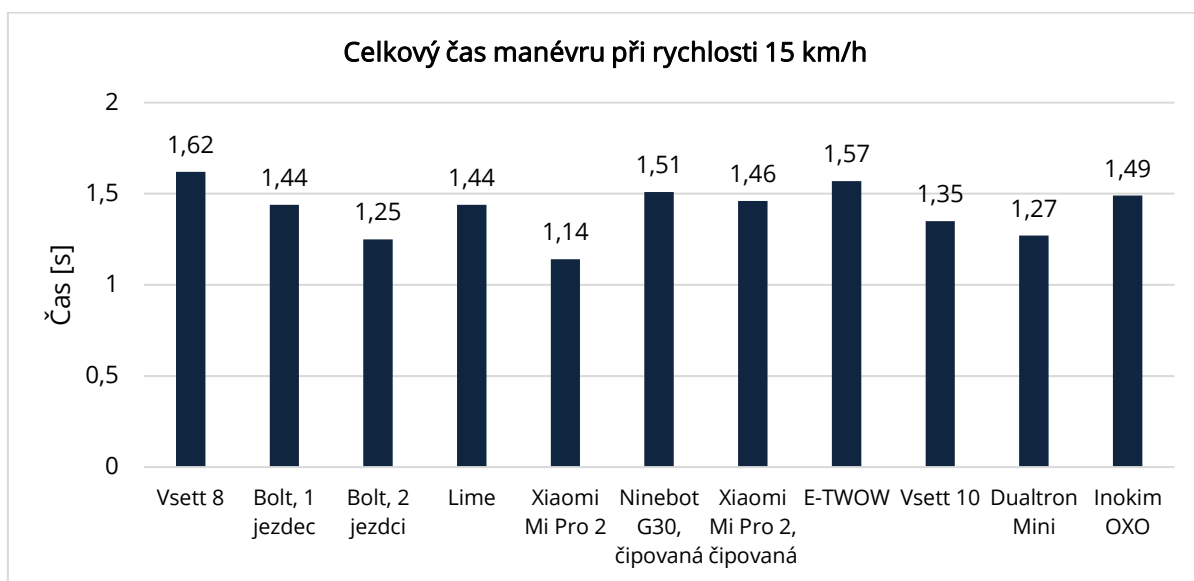
### Příčné zrychlení a celkový čas manévru při rychlosti 15 km/h

Jak zobrazuje graf č. 48, tak největšího příčného zrychlení dosáhl jezdec na elektrokoloběžce Xiaomi Mi Pro 2 s hodnotou 3,1 m/s<sup>2</sup>. Oproti tomu nejnižší hodnoty 2,1 m/s<sup>2</sup> dosáhl jezdec na elektrokoloběžce Ninebot G30 a Vsett 8. Průměrná hodnota příčného zrychlení při rychlosti 15 km/h činí 2,5 m/s<sup>2</sup>.



Graf č. 48: Příčné zrychlení při rychlosti 15 km/h

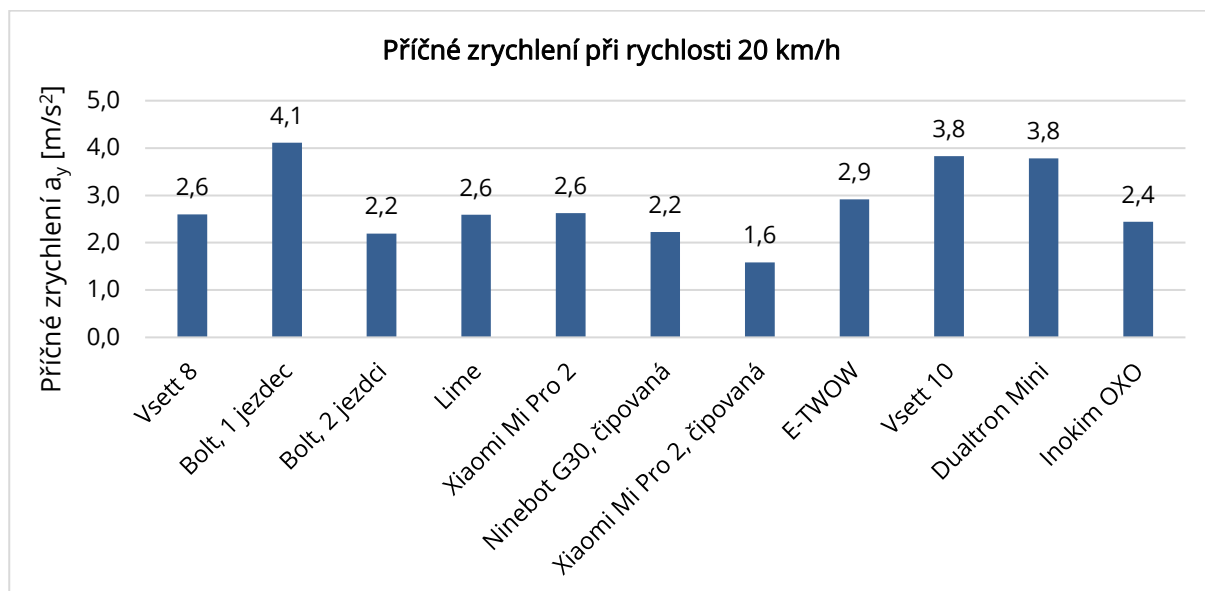
V grafu č. 49 jsou uvedeny časy, které byly dosaženy při vyhýbání se překážce dvěma oblouky při rychlosti 15 km/h. Nejrychleji dvěma oblouky projel jezdec na elektrokoloběžce Xiaomi Mi pro 2 za 1,14 sekundy. Nejdéle trval výhybný manévr jezdcí na elektrokoloběžce Vsett 8 1,62 sekundy. Průměrný čas manévru činí 1,41 sekundy.



Graf č. 49: Celkový čas manévru při rychlosti 15 km/h

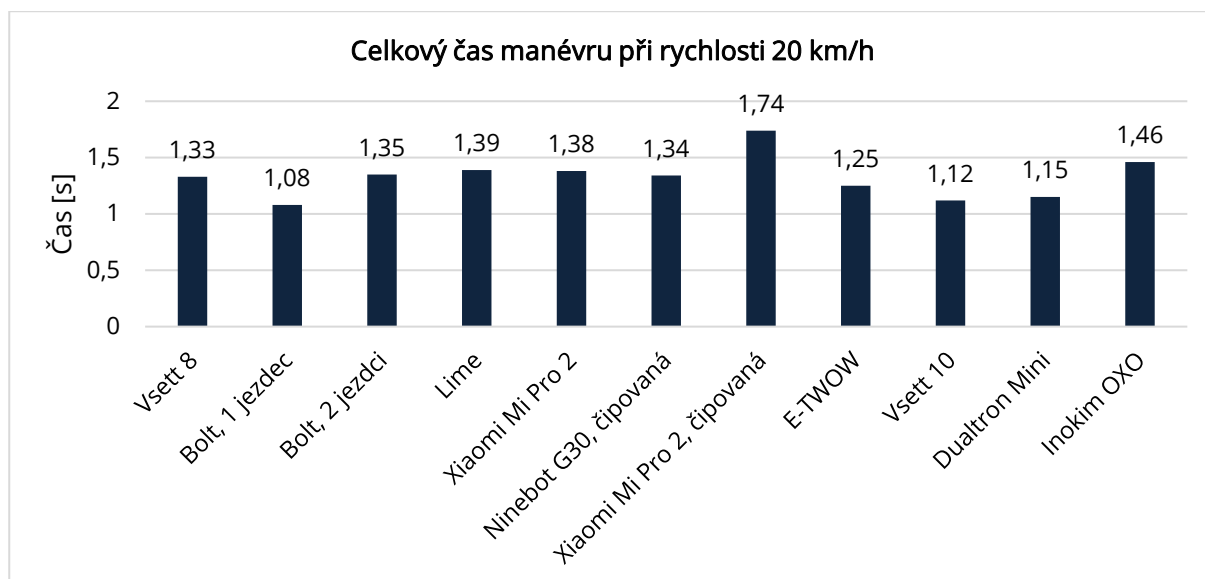
### Příčné zrychlení a celkový čas manévru při rychlosti 20 km/h

V grafu č. 50 můžeme vidět, že největšího příčného zrychlení  $4,1 \text{ m/s}^2$  dosáhl jezdec na elektrokoloběžce Bolt, který se překážce vyhnul dvěma rychlými manévry. Nejnižší hodnoty příčného zrychlení  $1,6 \text{ m/s}^2$  zaznamenala jezdka na upravené elektrokoloběžce Xiaomi.



Graf č. 50: Příčné zrychlení při rychlosti 20 km/h

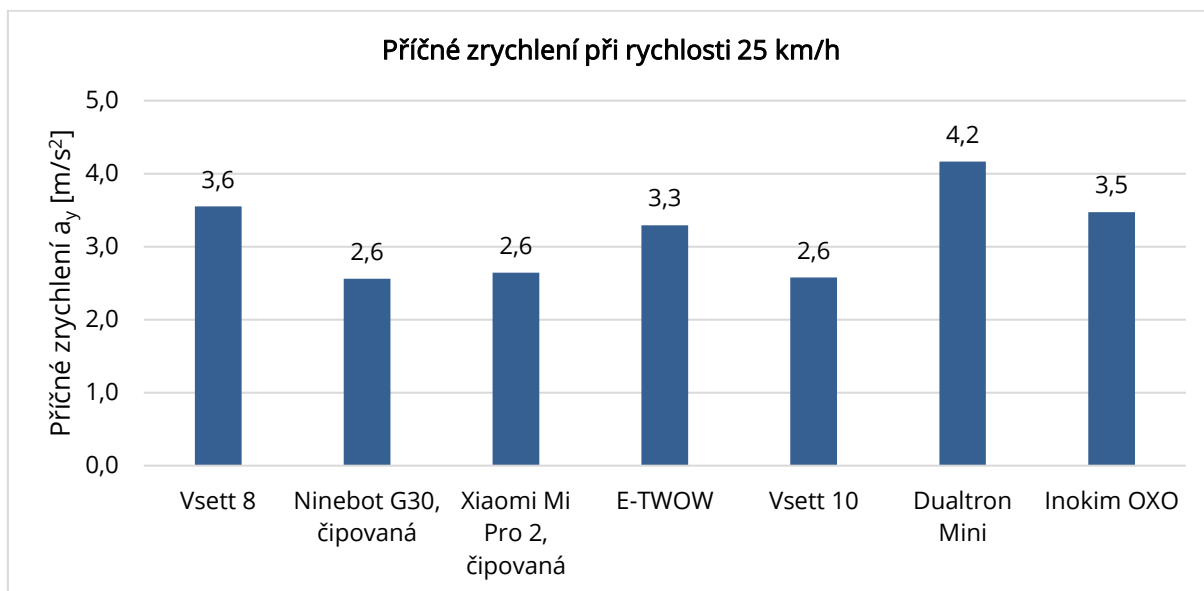
Jak nám potvrzuje graf č. 51, tak oba oblouky zabrali jezdcí na sdílené elektrokoloběžce Bolt pouhých 1,08 sekundy. Oproti tomu výše zmíněná jezdka projela oblouky se 40 % delším časem.



Graf č. 51: Celkový čas manévru při rychlosti 20 km/h

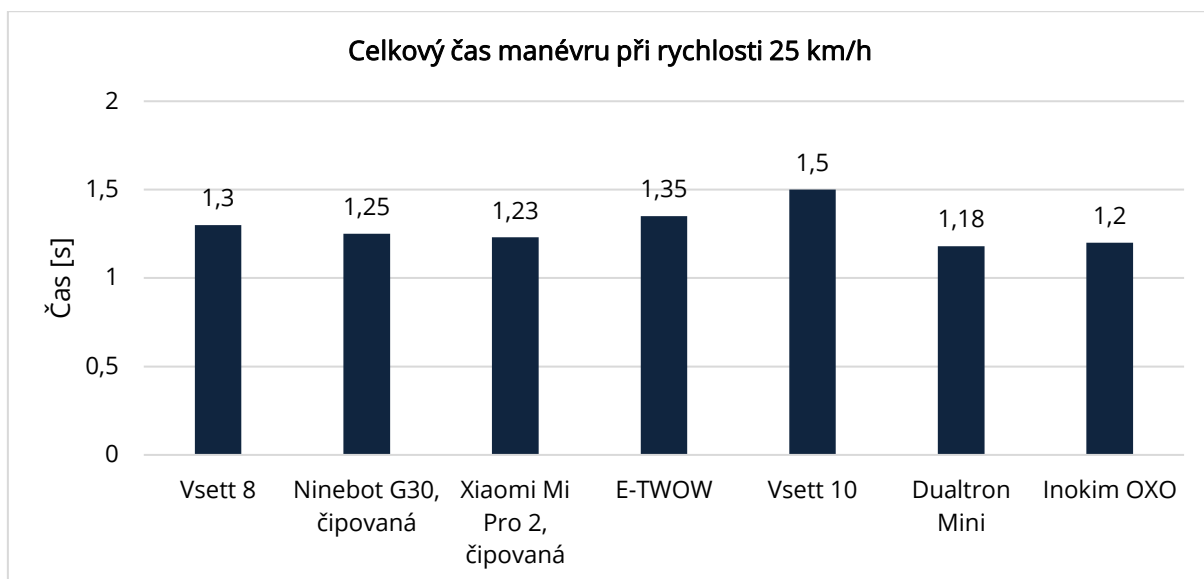
### *Příčné zrychlení a celkový čas manévru při rychlosti 25 km/h*

Nejvyššího příčného zrychlení  $4,2 \text{ m/s}^2$  dosáhl jezdec na elektrokoloběžce Dualtron Mini. Identických hodnot  $2,6 \text{ m/s}^2$  nabyli jezdci na elektrokoloběžce Ninebot, Vsett a na upravené Xiaomi.



*Graf č. 52: Příčné zrychlení při rychlosti 25 km/h*

Při rychlosti 25 km/h projel nejrychleji vyhýbacím manévrem jezdec na elektrokoloběžce Dualtron Mini. Který tento manévř zvládl za pouhých 1,18 sekundy. Nejdéle dvěma oblouky projížděl jezdec na elektrokoloběžce Vsett 10 a to 1,5 sekundy.



*Graf č. 53: Celkový čas manévru při rychlosti 25 km/h*

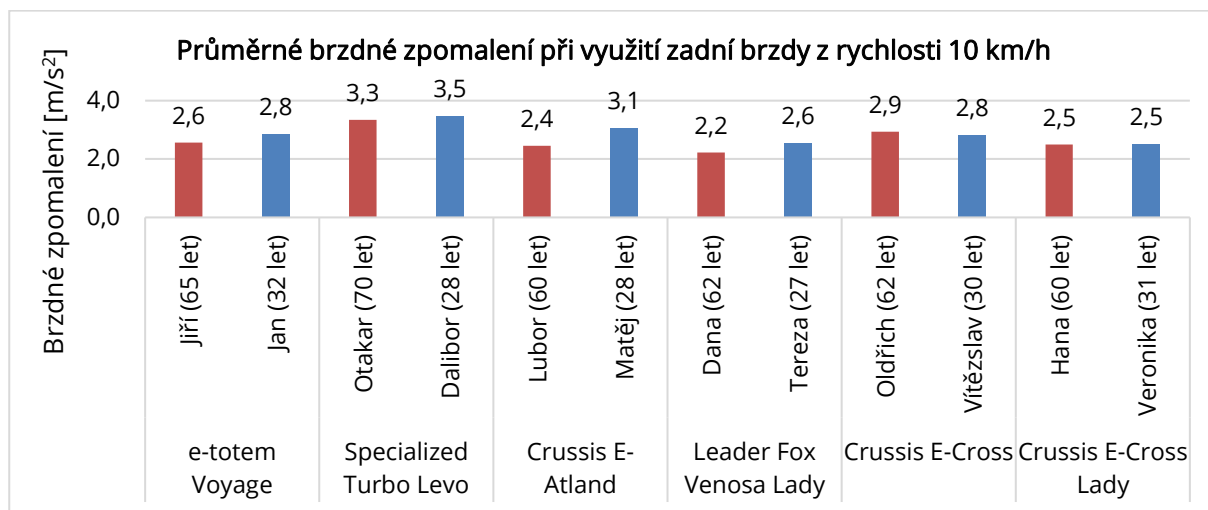
## 4.6 VÝSLEDKY MĚŘENÍ – ELEKTROKOLA

Tato kapitola se věnuje vyhodnocení výsledků jízdních manévrů. Výsledky jsou vyhodnoceny podle jednotlivých jezdců, a to z toho důvodu, že naměřené hodnoty závisí mimo jiné také na fyzické kondici jezdce. Což u elektrických koloběžek není zase tak podstatný parametr.

### 4.6.1 Brzdění

Tato kapitola se stejně jako u elektrických koloběžek věnuje brzdění s maximální možnou intenzitou, na kterou se jezdec cítil. Brzdění probíhalo z několika rychlostí – 10, 15, 20 a 25 km/h za použití přední, zadní a obou brzd. Výsledné hodnoty průměrného brzdného zpomalení, tedy od počátku zahájení brzdění do nulové rychlosti závisí na typu a stavu brzdového systému, pneumatikách a na zkušenostech jezdce. Tabulka s jízdními parametry jako je skutečná rychlost, brzdná dráha a průměrné brzdné zpomalení je uvedena v příloze č. 5. Tyto hodnoty byly získány z dataloggeru VBOX sport.

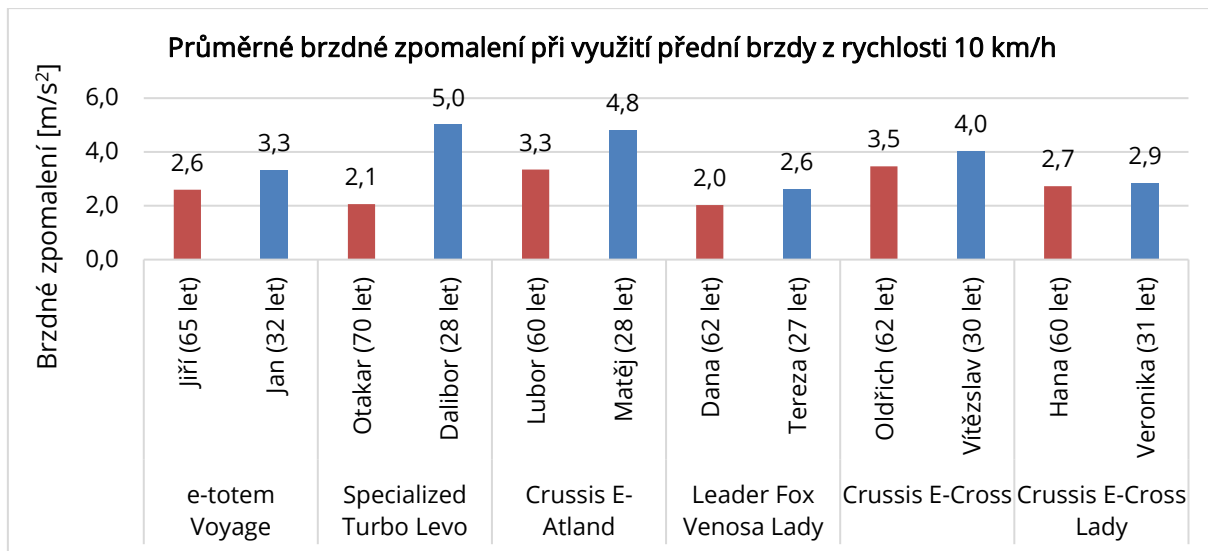
V grafu č. 54 můžeme vidět hodnoty průměrného brzdného zpomalení z rychlosti 10 km/h. Až na jeden případ dosáhli mladší jezdci vyšších hodnot zpomalení než starší jezdci. Největšího brzdného zpomalení dosáhl jezdec Dalibor 3,5 m/s<sup>2</sup>. Jezdec Otakar dokázal zabrzdit s druhou nejvyšší hodnotou 3,3 m/s<sup>2</sup>. Lze to především přičítat velmi pokročilému systému hydraulických brzd. Nejmenšího brzdného zpomalení dosáhla jezdčyně Dana 2,2 m/s<sup>2</sup>.



Graf č. 54: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 10 km/h

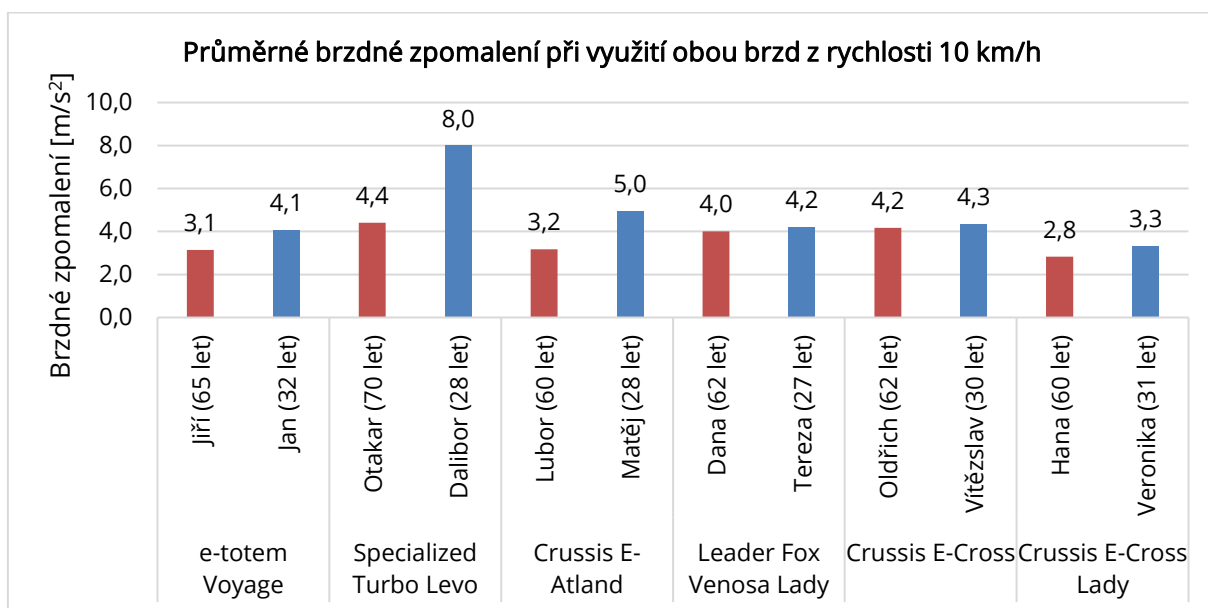
Graf č. 55 ukazuje hodnoty průměrného brzdného zpomalení při využití pouze přední brzdy z rychlosti 10 km/h. Všichni mladší jezdci dosáhli vyšších hodnot než jejich starší protějšky. Hlavním důvodem je větší opatrnost starších jezdců, která je o to větší při brzdění pouze přední

brzdou, kde hrozí, že jezdec přepadne přes řídítka. Nejvyšší hodnoty  $5 \text{ m/s}^2$  opět dosáhl jezdec Dalibor. Dosti podobné hodnoty dosáhl jezdec Matěj na elektrokole Crussis E-Atland, které je vybaveno též hydraulickými brzdami, avšak značně nižší cenové kategorie. Nejnižší hodnoty  $2 \text{ m/s}^2$  dosáhla jezdka Dana na elektrokole Leader Fox Venosa Lady



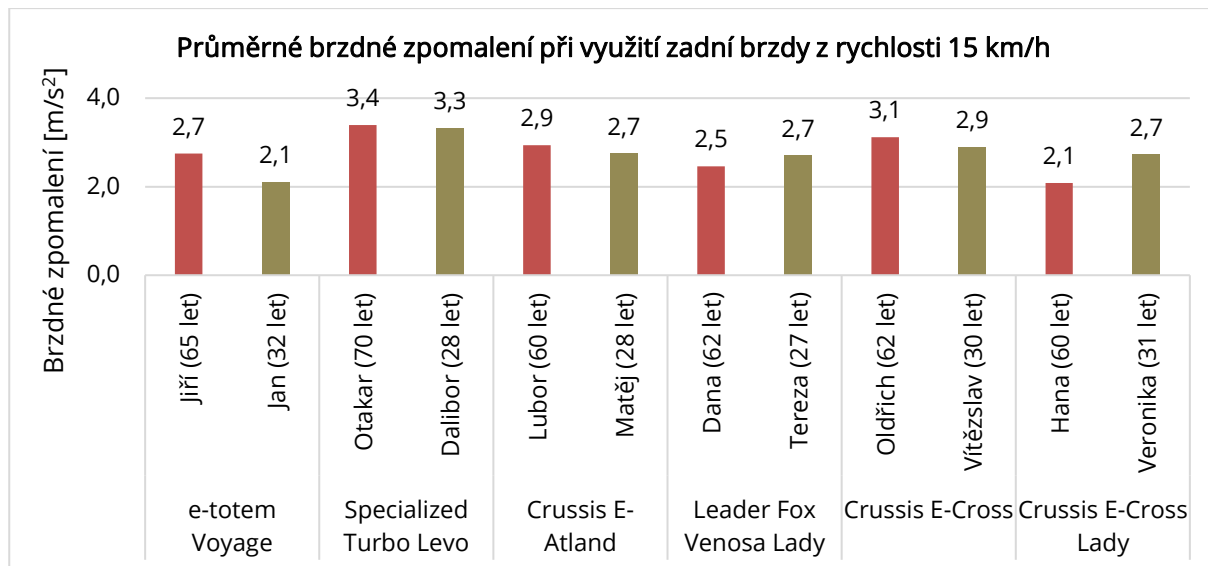
Graf č. 55: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 10 km/h

V grafu č. 56 se opět opakuje trend, že mladší jezdci dosáhli vyšších hodnot průměrného brzdného zpomalení než starší jezdci, i když v některých případech pouze nepárně. Nejvyšší hodnoty zpomalení dosáhl opět jezdec Dalibor na elektrokole Specialized Turbo Levo  $8 \text{ m/s}^2$ . Nejnižší hodnoty zpomalení dosáhla jezdka Dana, která za pomoci obou brzd dokázala zabrzdit s průměrným zpomalením pouhých  $2,8 \text{ m/s}^2$ .



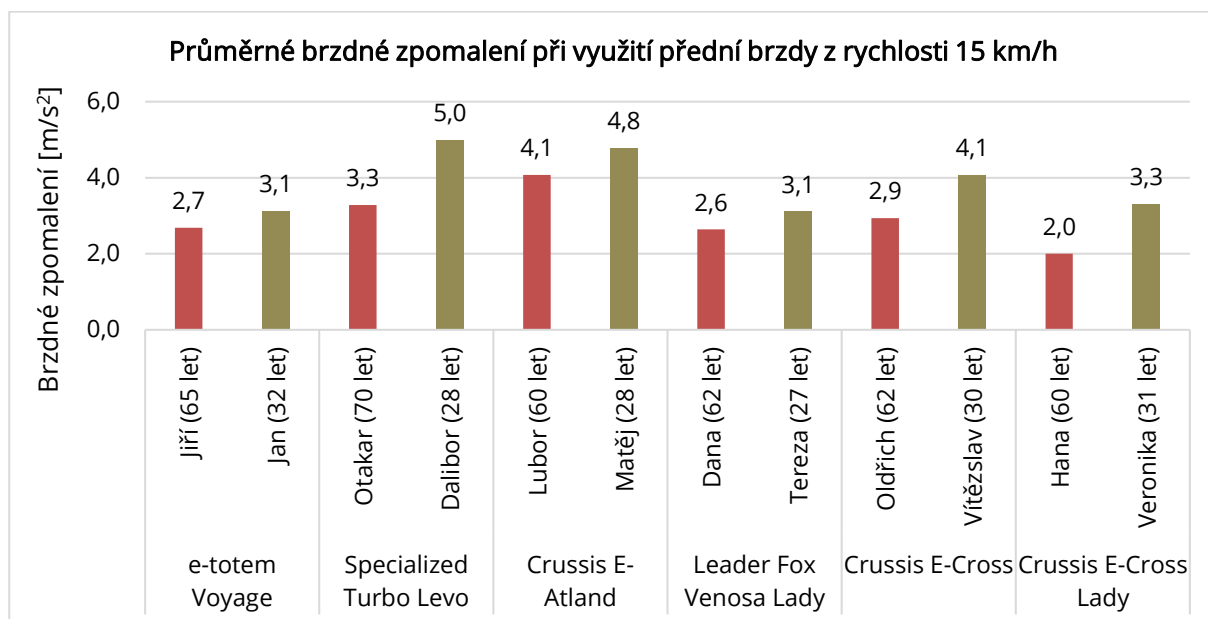
Graf č. 56: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 10 km/h

Graf č. 57 ukazuje, že 4 z 6 starších jezdců dokázalo zadní brzdou zabrzdit s nepatrně vyšší hodnotou zpomalení než mladší jezdcí. Nejvyšší hodnoty dosáhl jezdec Otakar na elektrokole Specialized Turbo Levo (3,4 m/s<sup>2</sup>). Nejnižší hodnoty dosáhla jezdka Hana a jezdec Jan (2,1 m/s<sup>2</sup>). Celkový průměr činí 2,8 m/s<sup>2</sup>.



Graf č. 57: Průměrné brzděné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 15 km/h

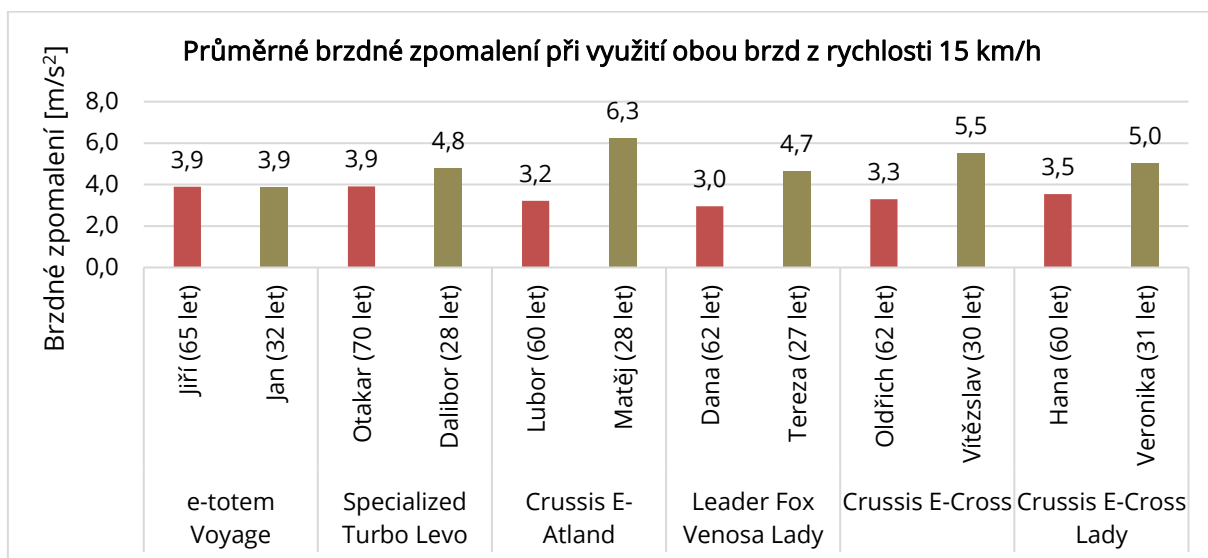
To že při brzdění přední brzdou excelovali opět mladší jezdcí i z rychlosti 15 km/h nám ukazuje graf č. 58. Nejvyšších hodnot dosáhli jezdcí Dalibor 5 m/s<sup>2</sup> a Matěj 4,8 m/s<sup>2</sup>. Nejhoršího výsledku 3,1 m/s<sup>2</sup> z mladších jezdců dosáhla jezdka Tereza. Nejlepší hodnoty 4,1 m/s<sup>2</sup> ze starších jezdců nabyli Lubor. Nejhorší hodnoty 2 m/s<sup>2</sup> dosáhla jezdka Hana.



Graf č. 58: Průměrné brzděné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 15 km/h

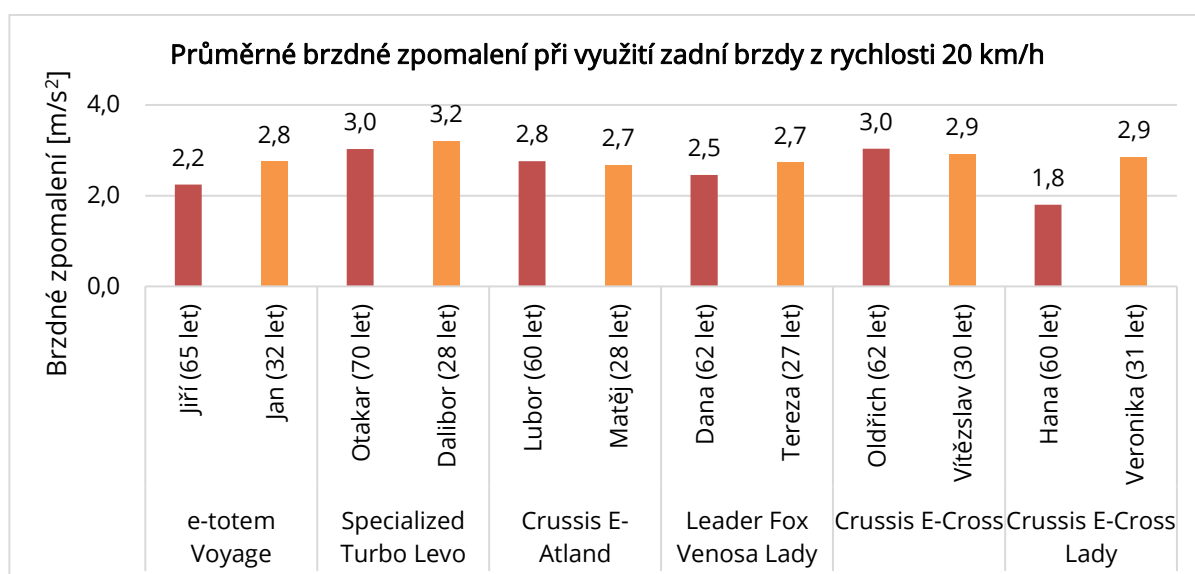


Graf č. 59 nám ukazuje hodnoty průměrného brzdného zpomalení z 15 km/h při využití obou brzd. Nejvyšší hodnoty dosáhl jezdec Matěj (6,3 m/s<sup>2</sup>) na elektrokole Crussis E-Atland. Druhého nejlepšího zpomalení dosáhl jezdec Vítězslav na elektrokole Crussis E-Cross (5,5 m/s<sup>2</sup>). Celkově nejhorší brzdné zpomalení zaznamenala jezdka Dana (3 m/s<sup>2</sup>). Průměrné brzdné zpomalení mladších jezdců je 5 m/s<sup>2</sup> a starších jezdců 3,5 m/s<sup>2</sup>.



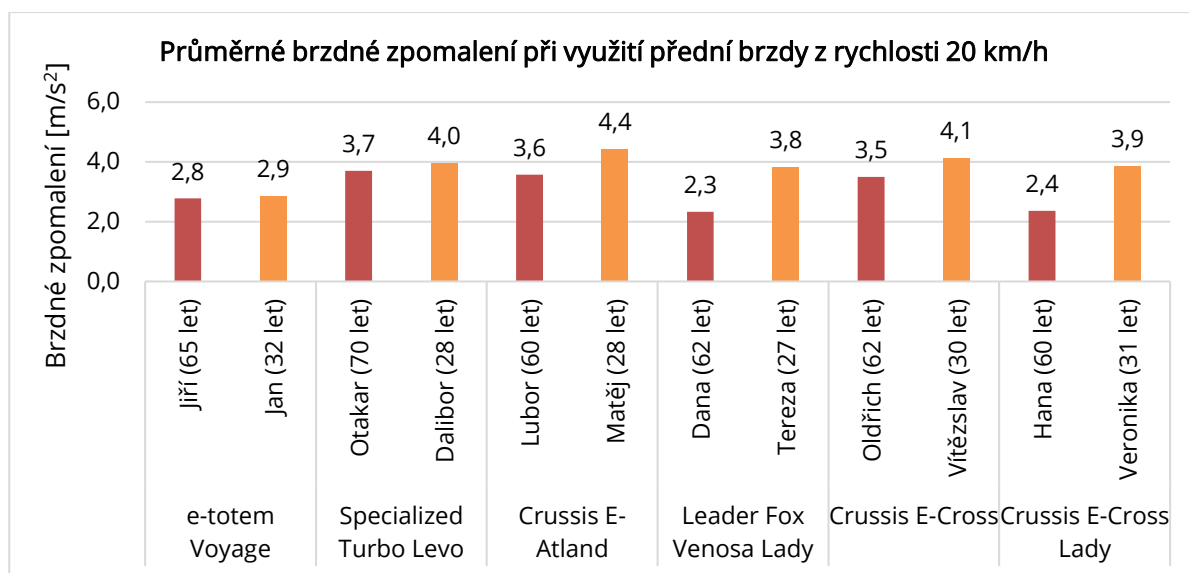
Graf č. 59: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 15 km/h

V grafu č. 60 můžeme vidět, že nejmenšího brzdného zpomalení při využití pouze zadní brzdy dosáhla jezdka Hana (1,8 m/s<sup>2</sup>). Oproti tomu, jezdka Veronika na to samém kole dokázala zastavit se zpomalením 2,9 m/s<sup>2</sup>. Toto kolo bylo vybaveno stejným typem brzd, jako ostatní elektrokola Crussis. Nejvyšší hodnoty 3,2 m/s<sup>2</sup> dosáhl jezdec Dalibor.



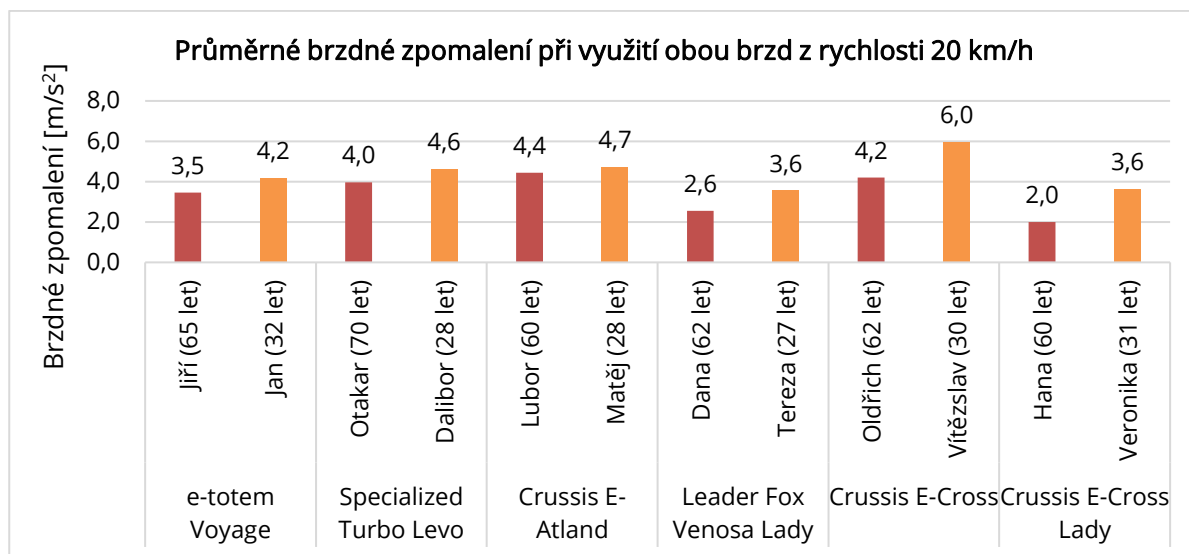
Graf č. 60: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 20 km/h

Jak nám ukazuje graf č. 61, tak při brzdění přední brzdou dosáhli lepších hodnot opět pouze mladší jezdci. Nejlépe si s hodnotou 4,4 m/s<sup>2</sup> vedl jezdec Matěj, po něm následuje jezdec Vítězslav 4,1 m/s<sup>2</sup> a Dalibor 4 m/s<sup>2</sup>. Nejnižší hodnoty zpomalení dosáhla jezdka Dana 2,3 m/s<sup>2</sup>. Oproti tomu jezdka Tereza na stejném elektrocole vybaveném brzdami typu V-bake dosáhla hodnoty 3,8 m/s<sup>2</sup>, která je skoro stejná jako hodnota 3,9 m/s<sup>2</sup>, kterou dosáhla jezdka Veronika na elektrocole Crussis E-Cross Lady vybavené hydraulickými brzdami.



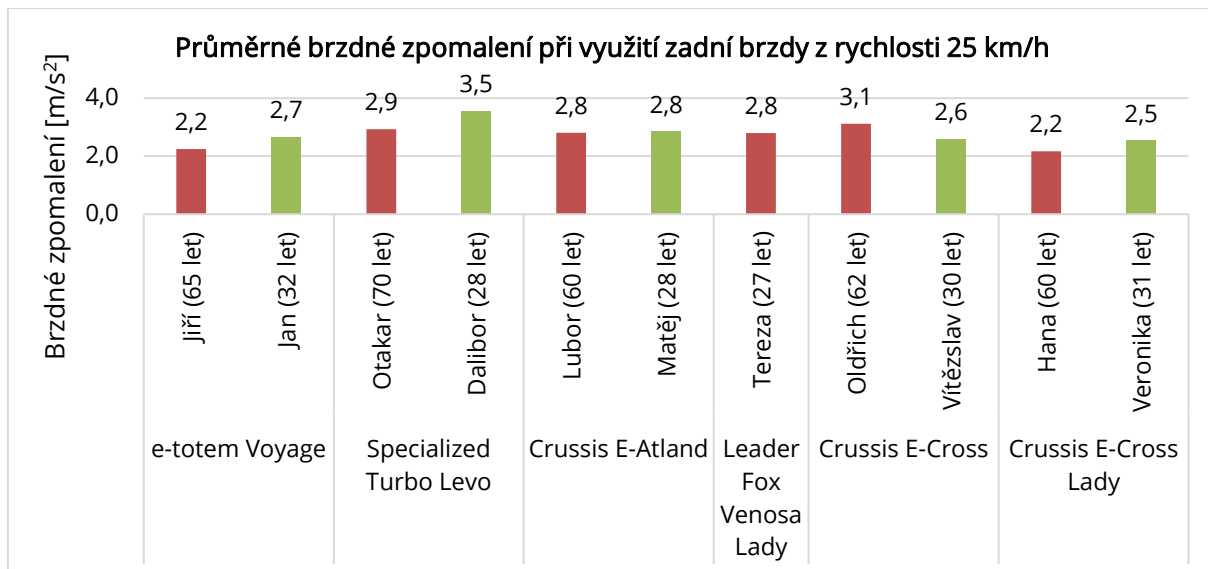
Graf č. 61: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 20 km/h

V grafu č. 62 můžeme vidět, že z 20 km/h oběma brzdami nejlépe brzdil jezdec Vítězslav (6 m/s<sup>2</sup>). Oproti tomu jezdec Oldřich na tom samém kole zabrzdil se zpomalením 4,2 m/s<sup>2</sup>, to odpovídá lehkému nadprůměru, který je za všechny jezdce 4 m/s<sup>2</sup>. Nejhoršího zpomalení bylo zaznamenáno u jezdka Hany (2 m/s<sup>2</sup>).



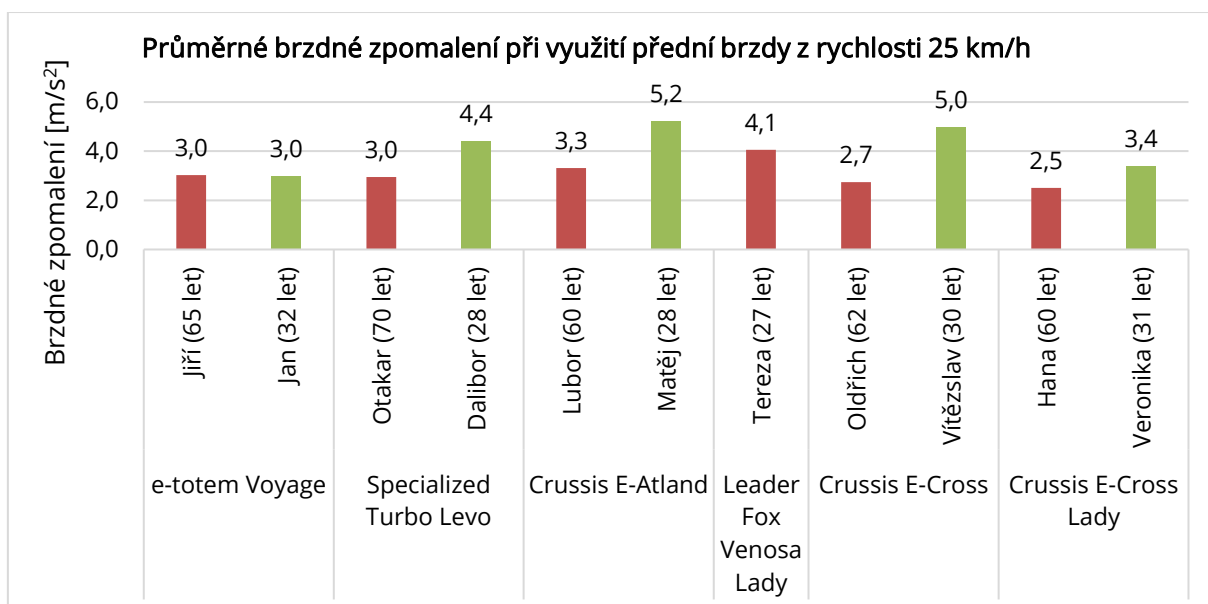
Graf č. 62: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 20 km/h

Jak můžeme vidět v grafu č. 63, tak při brzdění z rychlosti 25 km/h pouze zadní brzdou jezdci dosahují poměrně konstantních hodnot zpomalení pohybující se v tomto případě mezi 2,2 m/s<sup>2</sup>, které dosáhla jezdka Hana až po 3,5 m/s<sup>2</sup>, které dosáhl jezdec Dalibor. Měření zpomalení z 25 km/h se ze zdravotních důvodů již neúčastnila jezdka Dana.



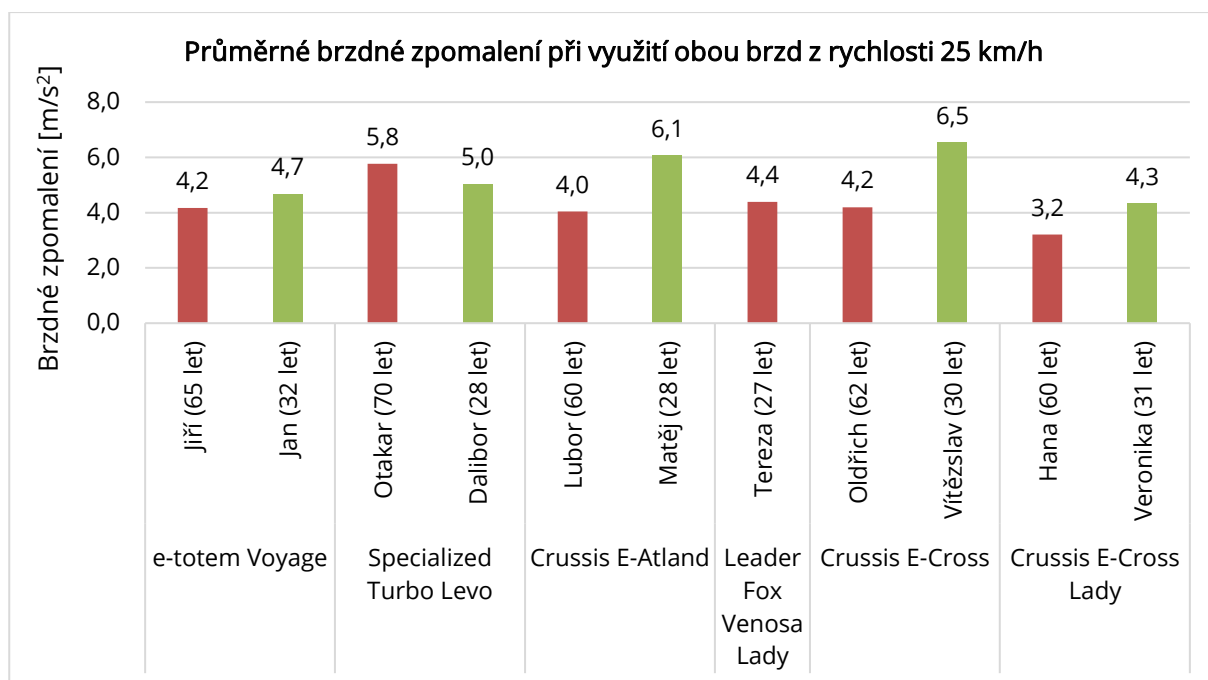
Graf č. 63: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 25 km/h

Graf č. 64 ukazuje, že až na jezdce Jana při brzdění přední brzdou dominovali mladší jezdci, a to o značné rozdíly. Největší rozdíl mezi jezdci na stejném kole byl mezi Oldřichem 2,7 m/s<sup>2</sup> a Vítězslavem 5 m/s<sup>2</sup>. Nejnižší hodnoty dosáhla opět jezdka Hana (2,5 m/s<sup>2</sup>) a nejvyšší hodnoty jezdec Matěj (5,2 m/s<sup>2</sup>).



Graf č. 64: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 25 km/h

Jak můžeme vidět v grafu č. 65, tak si při brzdění oběma brzdami nejlépe vedl jezdec Vítězslav, který dosáhl na hodnotu 6,5 m/s<sup>2</sup>, je potřeba říci, že při tomto brzdění došlo díky blokaci předního kola téměř k pádu. Druhý nejlepší výsledek zaznamenal jezdec Matěj 6,1 m/s<sup>2</sup> a na pomyslném třetím místě se umístil jezdec Otakar s hodnotou 5,8 m/s<sup>2</sup>, který podruhé za celou dobu měření dosáhl lepší hodnoty zpomalení než jezdec Dalibor. Nejnižší hodnoty dosáhla již tradičně jezdka Hana (3,2 m/s<sup>2</sup>).



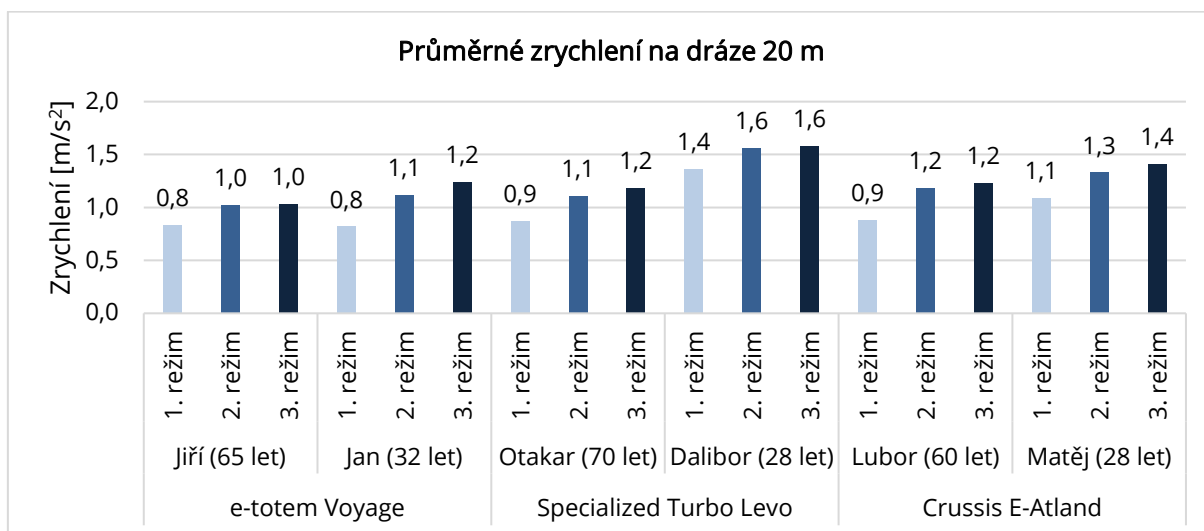
Graf č. 65: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 25 km/h

#### 4.6.2 Akcelerace

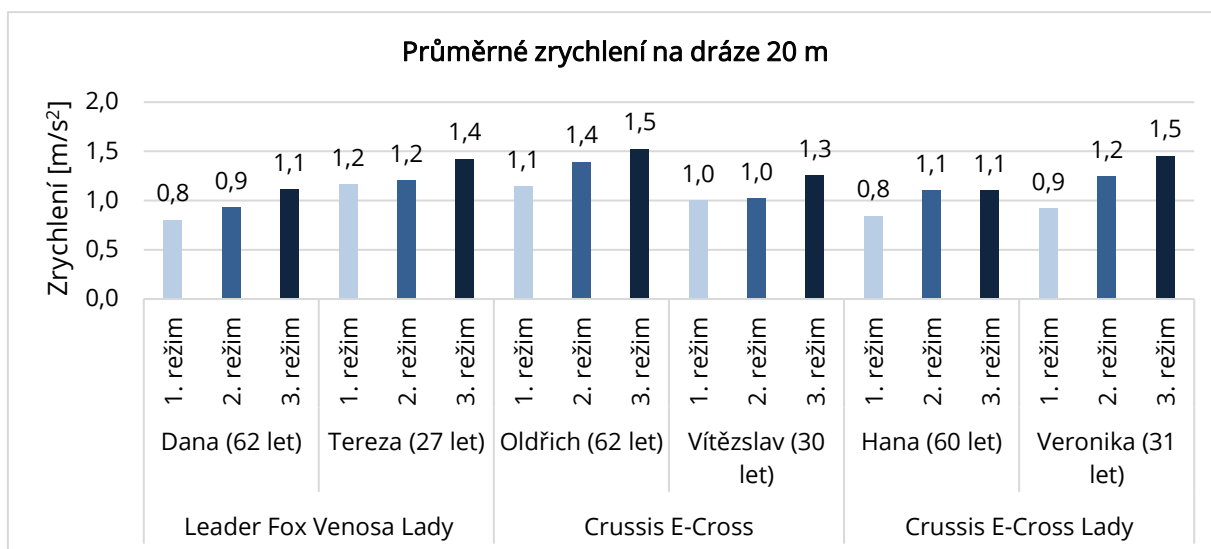
Akcelerace probíhala na stejném místě jako u elektrokoběžek, tedy na rovném úseku, který měl 100 m. Na této dráze měli jezdci za úkol rozjet se na maximální rychlost. Akcelerace byla měřena na tři rychlostní režimy. Pokud jich mělo elektrokolo např. 9, tak se měřil 1., 5. a 9. režim. Data byla získána pomocí zařízení VBOX sport a vyhodnocena v aplikaci VBOX Test Suite. Pro vytvoření grafů s průběhy zrychlení byly data exportována do excelu. Průběhy zrychlení (rychlost – čas a zrychlení – čas) jednotlivých elektrokol včetně tabulky s parametry zrychlení jsou součástí přílohy č. 6.

V grafech č. 66 a 67 můžeme vidět průměrné zrychlení dosažené na dráze 20 metrů. Rozdíly lze pozorovat jak mezi jízdními režimy, tak i mezi jezdci na stejných elektrokolech. Největšího zrychlení 1,6 m/s<sup>2</sup> dosáhl jezdec Dalibor na třetí jízdní režim na elektrokole Specialized Turbo Levo. Jezdec Otakar na stejném kole dosáhl nejvyšší hodnoty pouhých 1,2 m/s<sup>2</sup>. Celkově se hodnoty zrychlení prvního jízdního režimu pohybovali mezi 0,8 m/s<sup>2</sup> a 1,4 m/s<sup>2</sup>. Do trojice

nejrychlejších jezdců patří Dalibor s hodnotou zrychlení  $1,4 \text{ m/s}^2$ , dále Oldřich jakožto zástupce druhé věkové skupiny dosáhl hodnoty zrychlení  $1,1 \text{ m/s}^2$  a Tereza s hodnotou zrychlení  $1,2 \text{ m/s}^2$ . Zrychlení na druhý jízdní režim nabývalo hodnot mezi  $0,9 \text{ m/s}^2$  a  $1,6 \text{ m/s}^2$ . Mezi nejrychlejšími jezdci na druhý režim patří Dalibor ( $1,6 \text{ m/s}^2$ ), Oldřich ( $1,4 \text{ m/s}^2$ ) a Matěj ( $1,3 \text{ m/s}^2$ ). Na třetí jízdní režim jezdci zrychlovali mezi hodnotami  $1 \text{ m/s}^2$  a  $1,6 \text{ m/s}^2$ .



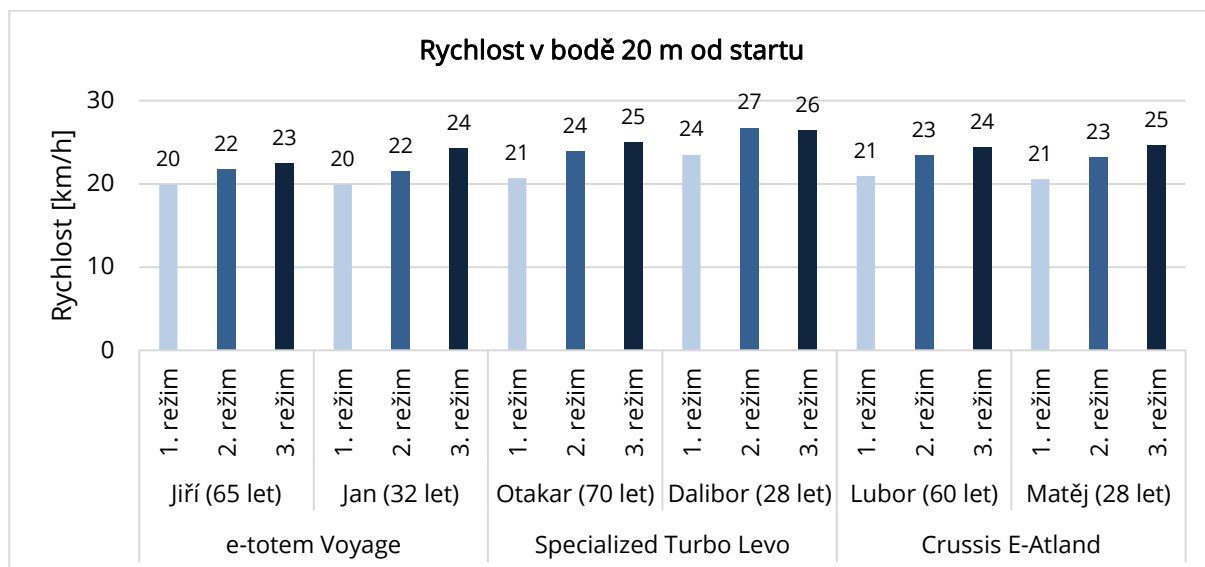
Graf č. 66: Průměrné zrychlení na dráze 20 m



Graf č. 67: Průměrné zrychlení na dráze 20 m

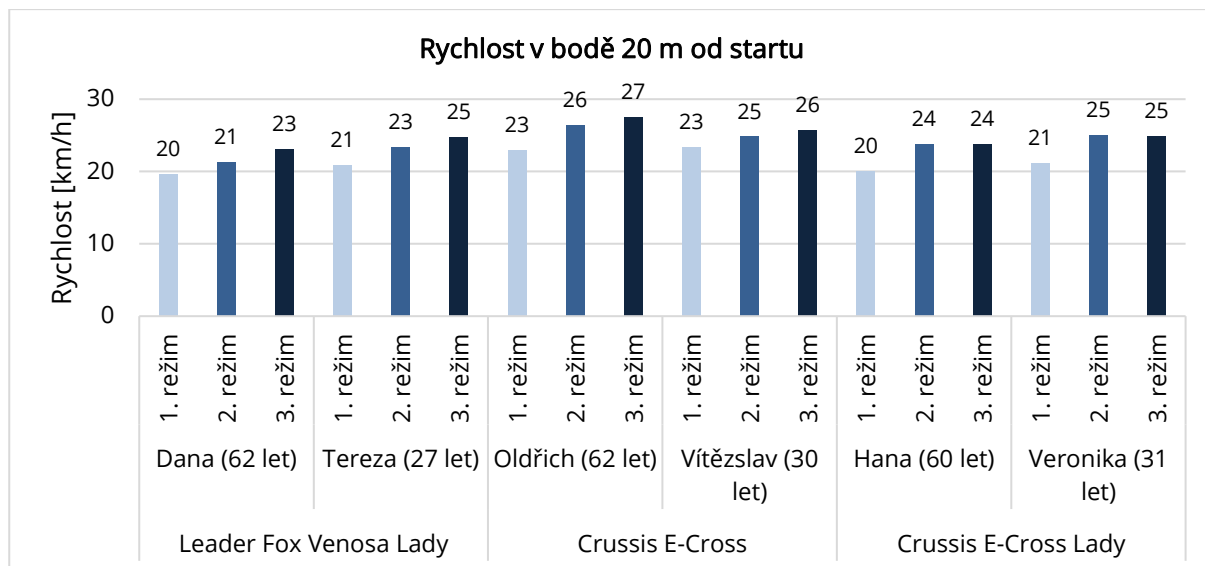
Kromě zrychlení se také zjišťovala okamžitá rychlost ve vzdálenosti 20 m od začátku. Ta je zobrazena v grafech 68 a 69. V případě, že jezdec na posledních několika metrech již lehce zvolnil, tak se mohlo stát, že průměrné zrychlení je sice vyšší než v předchozím měření (např. ve 2. oproti 3. režimu), avšak okamžitá rychlost v bodě 20 metrů od startu byla nižší. Tuto skutečnost můžeme vidět u jezdkyň Veroniky v grafu 69, která na druhý jízdní režim měla v bodě 20 metrů

od startu rychlost 25 km/h a průměrné zrychlení 1,2 m/s<sup>2</sup>. Na třetí jízdní režim měla v bodě 20 metrů od startu 25 km/h, avšak podstatně vyšší zrychlení – 1,5 m/s<sup>2</sup>. Co hovoří ve prospěch vyšší hodnoty zrychlení 3. jízdního režimu je vyšší průměrná rychlost než u 2. jízdního režimu.



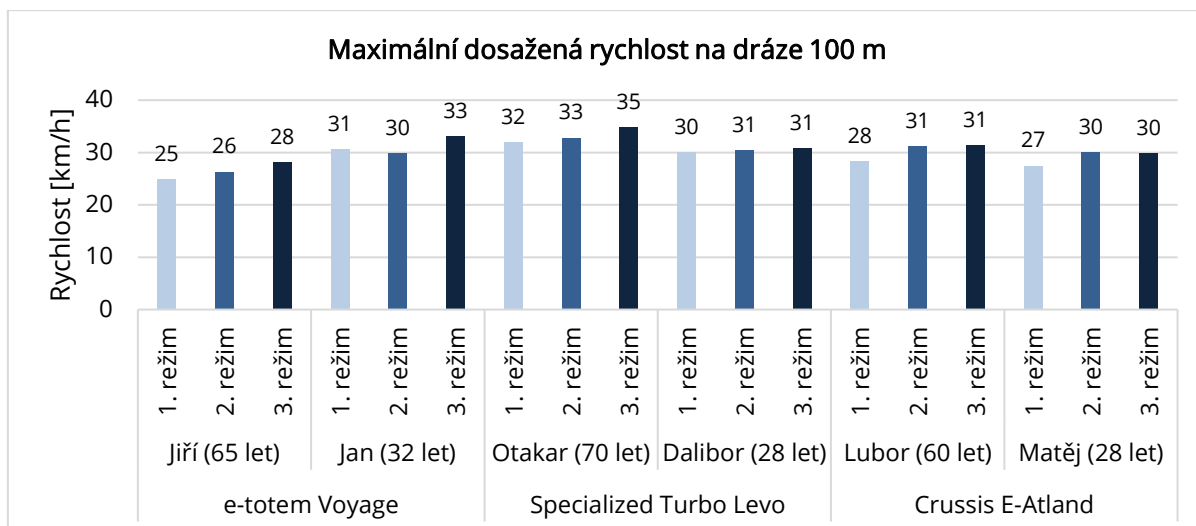
Graf č. 68: Rychlost v bodě 20 m od startu

Nejvyšší rychlost 27 km/h byla zaznamenána u jezdce Oldřicha na elektrokole Crussis E-Cross. Hodnoty rychlosti se mezi jezdci na stejném kole lišili maximálně okolo 3 km/h.



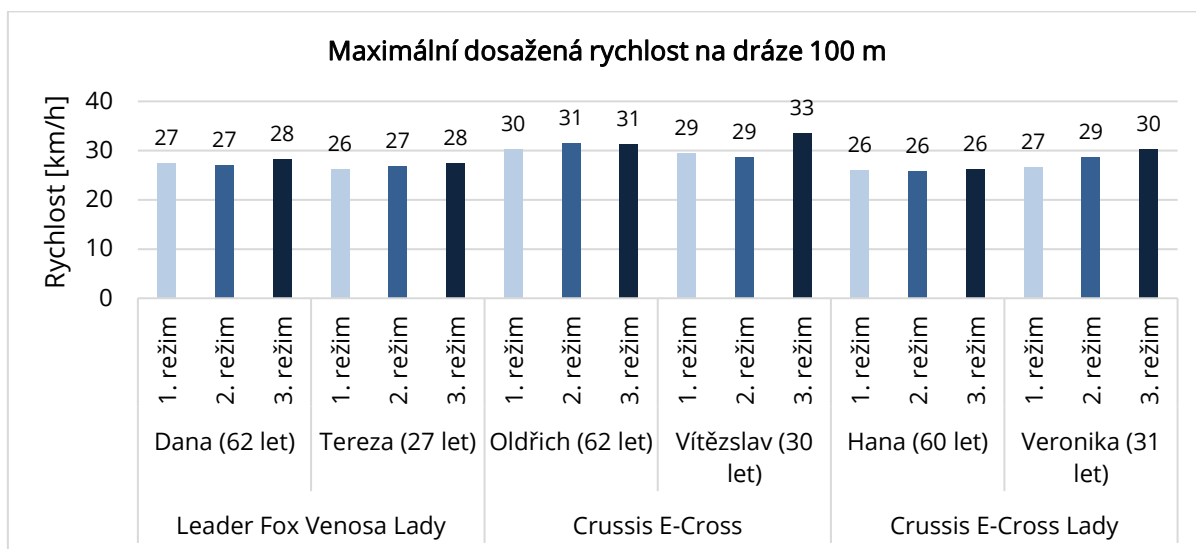
Graf č. 69: Rychlost v bodě 20 m od startu

Třetím sledovaným parametrem byla maximální rychlost, na kterou se dokáží jezdci na dráze 100 metrů rozjet. I když elektropohon pomáhá pouze do 25 km/h, tak je možné lidskou silou elektrokolo rozjet na vyšší rychlost. To můžeme vidět v grafech 70 a 71.



Graf č. 70: Maximální dosažená rychlost na dráze 100 m

Z grafů je patrné, že někteří jezdci se byli schopni rozjet na rychlost převyšující 30 km/h. Nejvyšší rychlosti dosáhl jezdec Otakar na elektrokole Specialized Turbo Levo a to 35 km/h. Maximální rychlosti převyšující jen lehce 25 km/h lze přičíst vysoké setrvačnosti, se kterou tuto rychlostní hranici jezdci dosahovali.



Graf č. 71: Maximální dosažená rychlost na dráze 100 m

#### 4.6.3 Rozjezd do oblouku

Stejně jako u měření elektrických koloběžek, tak i zde se jezdci rozjížděli do oblouků, které simulovaly rozjezd do křižovatky a následné zařazení se k pravému okraji vozovky. Poloměry oblouků byly 3, 6 a 9 metrů. Na obloucích byly po jednom metru vyznačeny vzdálenosti od startu a také vzdálenost, ve které jezdec předním kolem projel daným obloukem. Pro srovnání časů

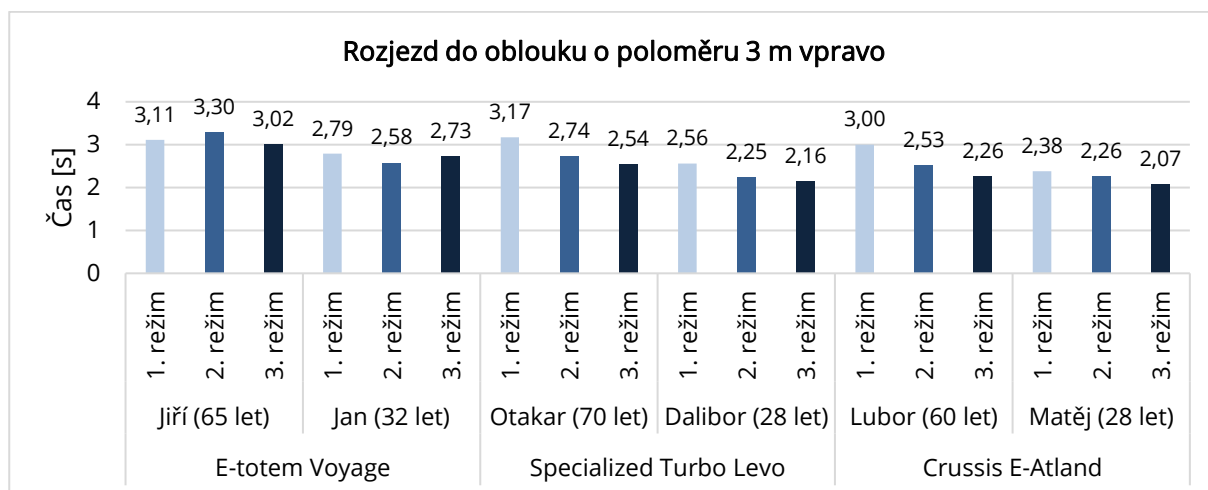


rozjezdů byly měřeny rozjezdy jak vlevo, tak vpravo. Jezdci projížděli každým obloukem třikrát, pokaždé na jinou úroveň asistence. Časy průjezdů jednotlivých bodů jsou uvedeny v příloze č. 7.

### **Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m**

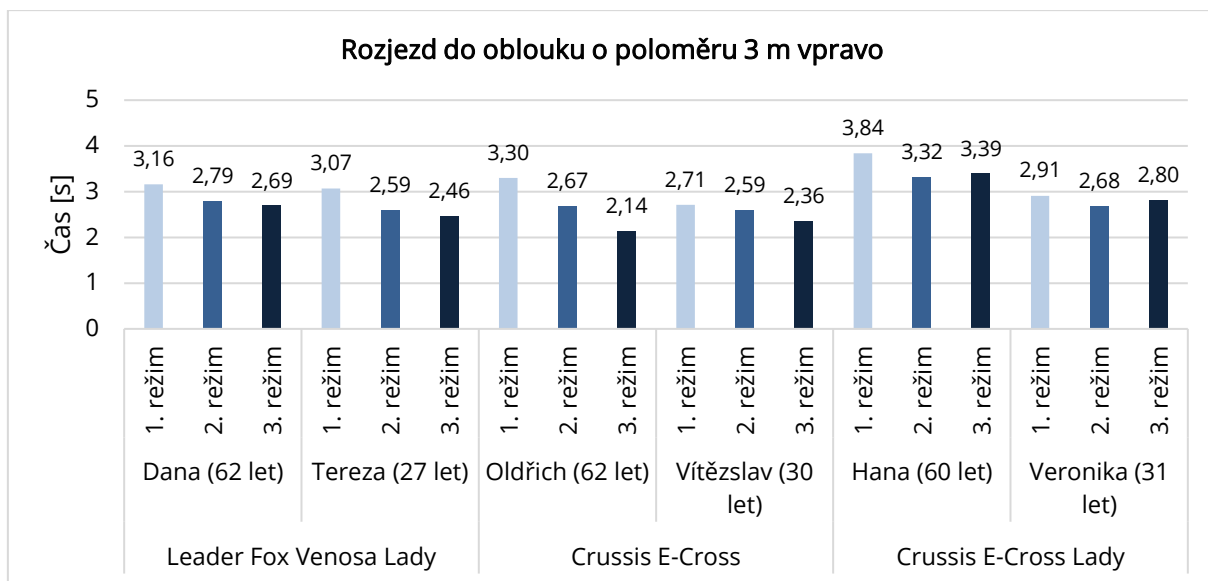
Obdobně jako jezdcům na elektrických koloběžkách, tak i jezdcům na elektrokolech dělal největší problém rozjezd do oblouku o poloměru 3 metry. Problematické to bylo z důvodu, že ihned po rozjezdu začal asistovat elektromotor, který jezdce vynášel ven z oblouku, proto jen málo jezdců tento oblouk projelo na poprvé úspěšně.

Jak můžeme vidět v grafech č. 72 a 73, tak se ve většině případů časy průjezdů s vyšším režimem asistence snižovaly. Za situaci, kdy byl jezdec na nižší režim rychlejší, než na vyšší může především lidský faktor, tedy jiná pozice šlapátek při rozjezdu, jiná intenzita lehkého odrazu při startů, vyšší intenzita šlapání aj. Pokud bychom chtěli přesné rozdíly mezi jednotlivými režimy, přičemž předpokládáme, že vyšší režim asistence se rovná kratší čas průjezdu, tak by se tato disciplína musela provádět v laboratorních podmínkách.



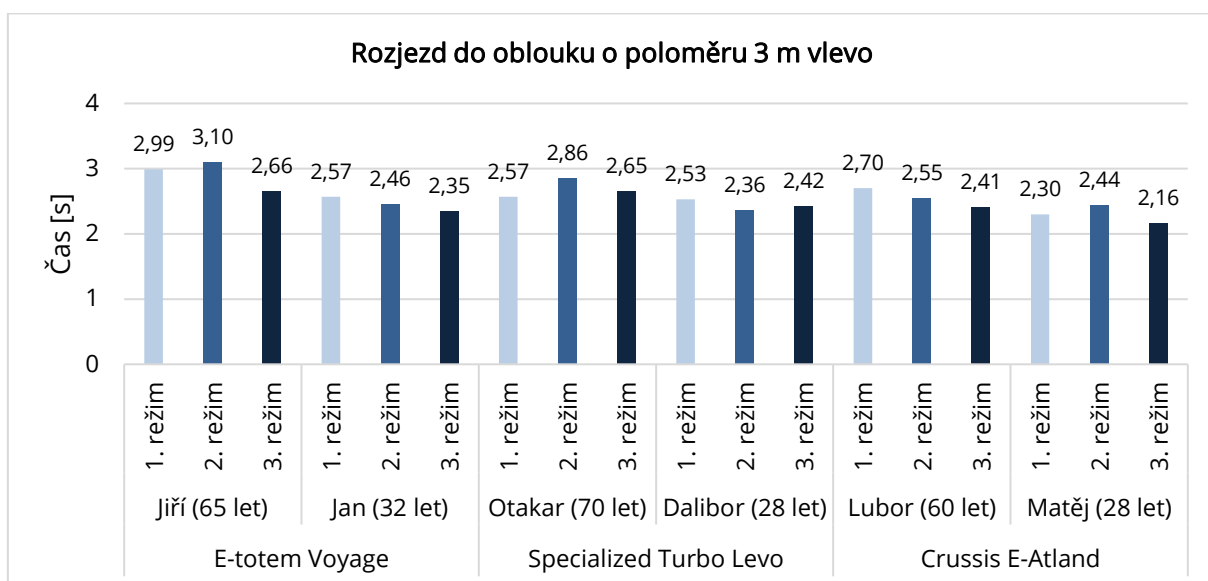
Graf č. 72: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vpravo

Nejkratšího času průjezdu dosáhl jezdec Matěj, který na třetí režim dokázal obloukem projet za pouhých 2,07 sekundy. Velmi podobného času, také na třetí jízdni režim dosáhl o 34 let starší jezdec Oldřich a to hodnoty 2,14 sekundy. Jak se dalo předpokládat, tak zde mladší jezdcí v průměru dosáhli lepších časů než jejich starší protějšky. Avšak tyto rozdíly nejsou nijak markantní. Pouze v tom nejextrémnějším případě se rozdíl dostal na hodnotu 0,93 sekundy. Zbýlé časy se liší v průměru okolo půl sekundy.

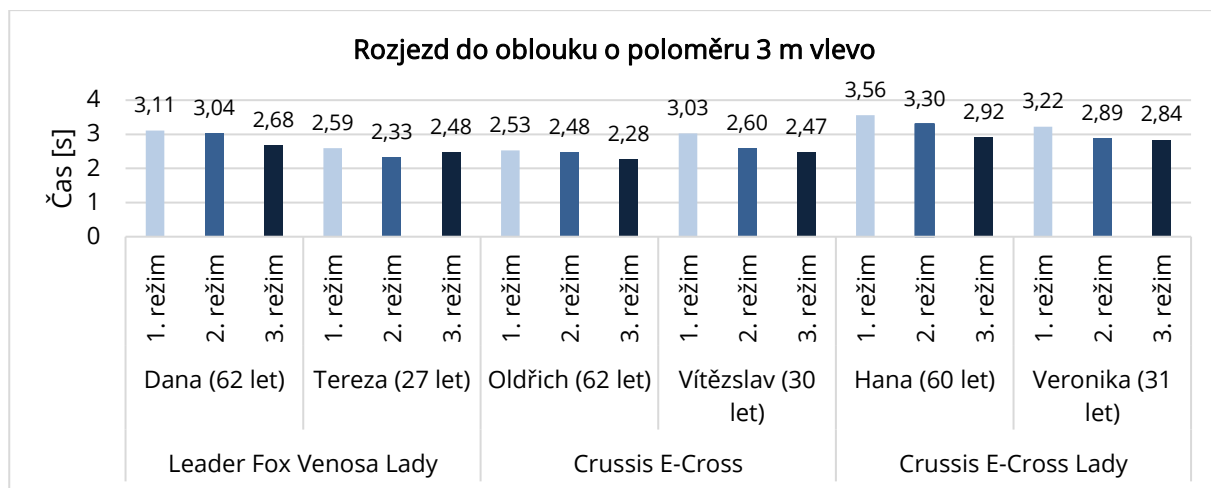


*Graf č. 73: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vpravo*

Pro porovnání můžeme v grafech č. 74 a 75 vidět průjezd obloukem o poloměru 3 metry vlevo.



*Graf č. 74: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vlevo*

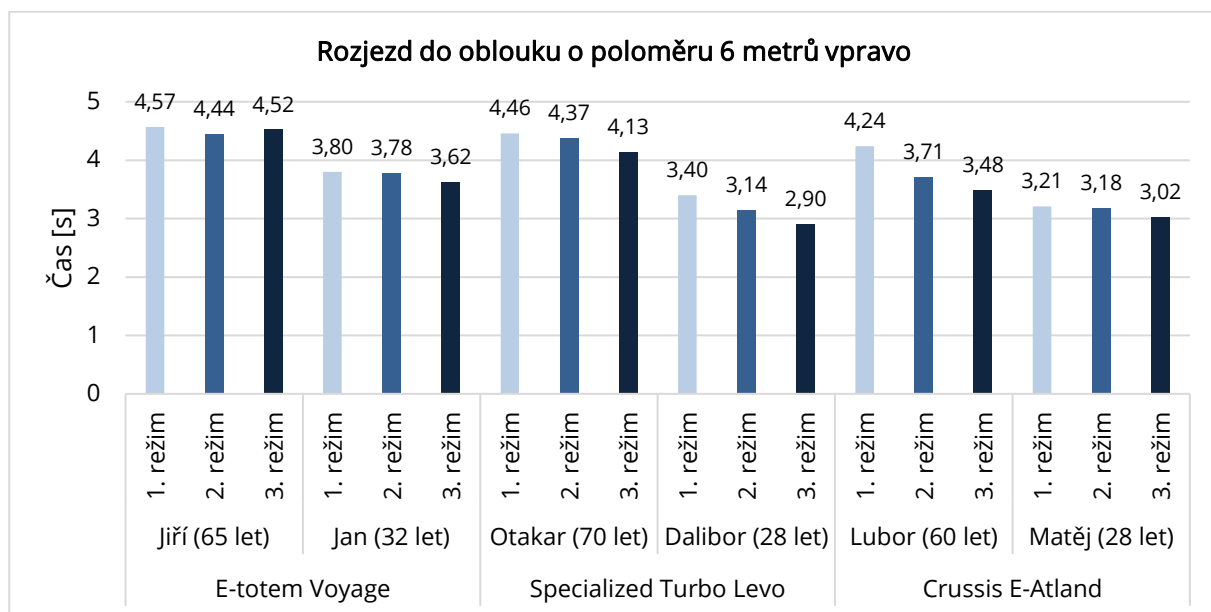


Graf č. 75: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vlevo

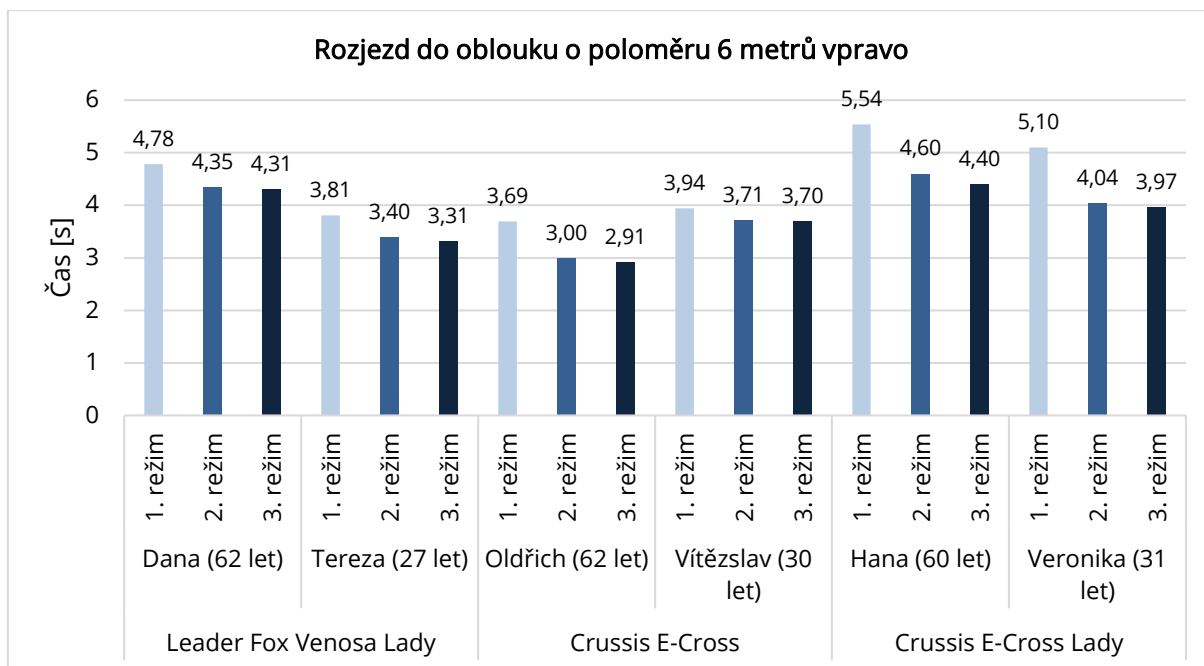
### Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů

Druhý oblouk, do kterého se měli jezdcí za úkol rozjet měl poloměr 6 metrů. Rozjezdy jezdcům nedělaly tak velké problémy jako v předchozím případě.

V grafech č. 76 a 77 můžeme vidět časy průjezdů oblouku o poloměru 6 metrů vpravo. Rozdíly v časech průjezdu mezi staršími a mladšími jezdcí jsou zde již znatelnější. Jediný jezdec patřící do starší věkové kategorie, který dokázal dosáhnout lepších časů rozjezdu do oblouku byl jezdec Oldřich na elektrokole Crussis E-cross, který na třetí jízdni režim dosáhl času o 0,8 sekundy lepšího než jeho protějšek Vítězslav. Nejdéle trval průjezd tímto obloukem jezdce Haně, která dosáhla času 5,54 sekundy. Za nejkratší dobu projel obloukem jezdec Dalibor a to za 2,9 sekundy na třetí jízdni režim.

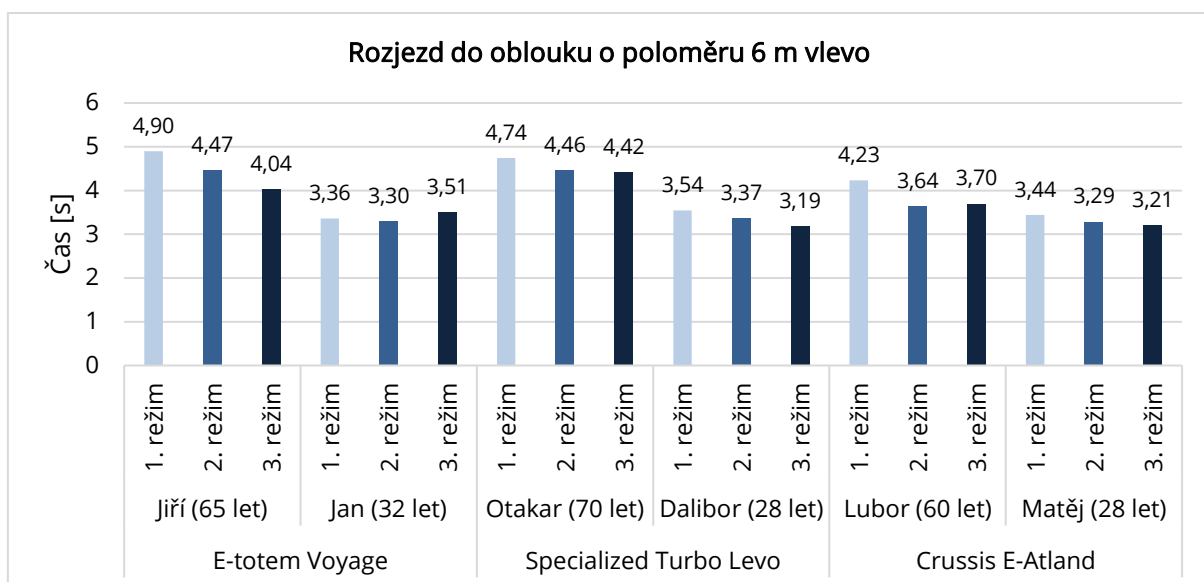


Graf č. 76: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů vpravo

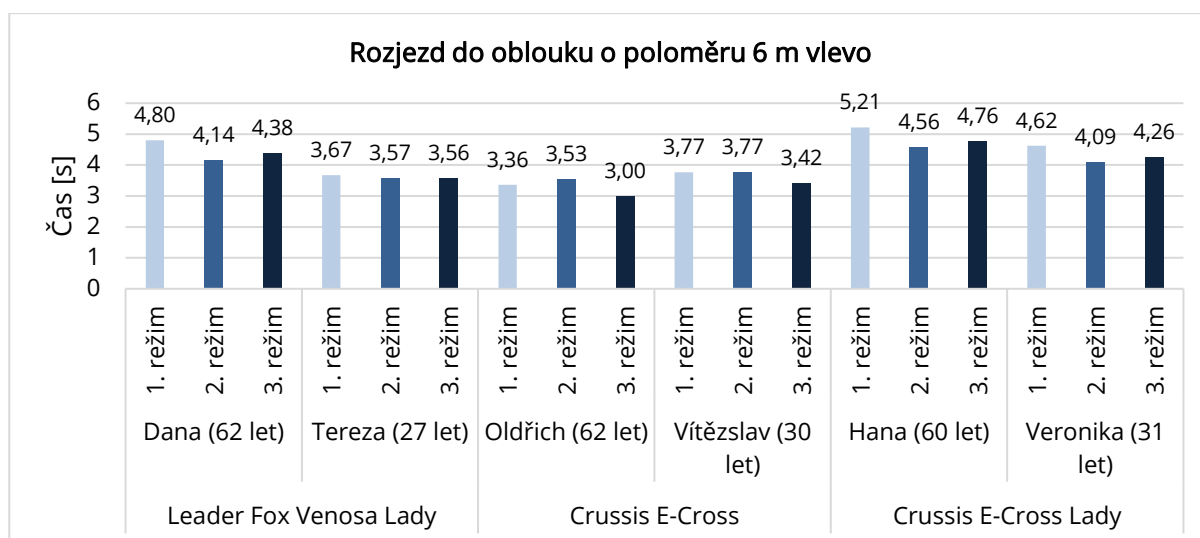


*Graf č. 77: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů vpravo*

Pro srovnání je zde opět uveden průjezd levým obloukem o poloměru 6 metrů, viz grafy č. 76 a 77. Některým jezdcům tato strana pro průjezd obloukem vyhovovala více než na druhou stranu. Příkladem může být jezdec Jan, který se na druhý jízdní režim zlepšil o 0,48 sekundy. I tak je to ale rozdíl, který není příliš výrazný.



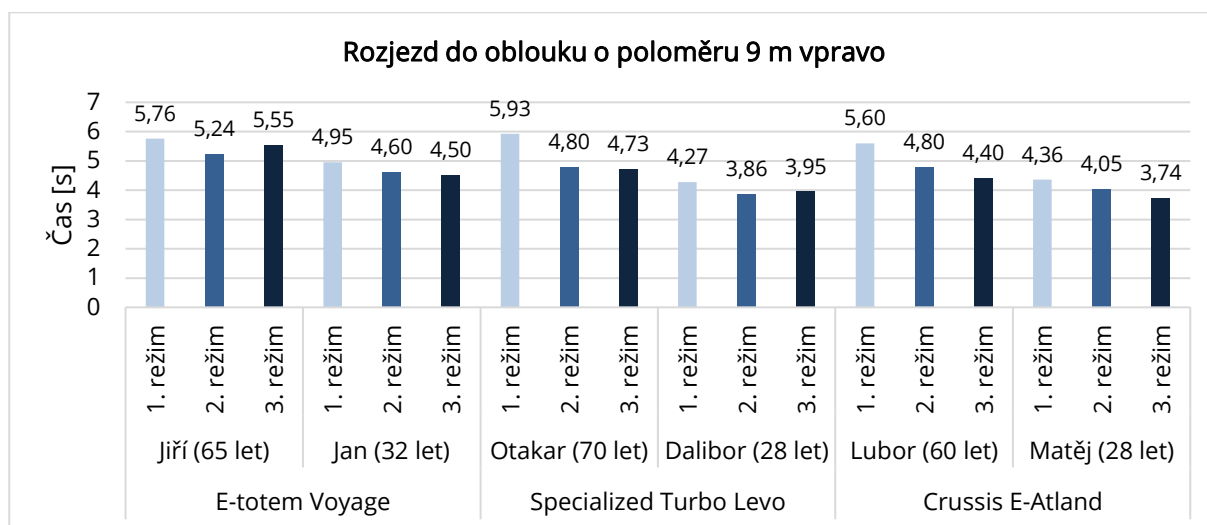
*Graf č. 78: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vlevo*



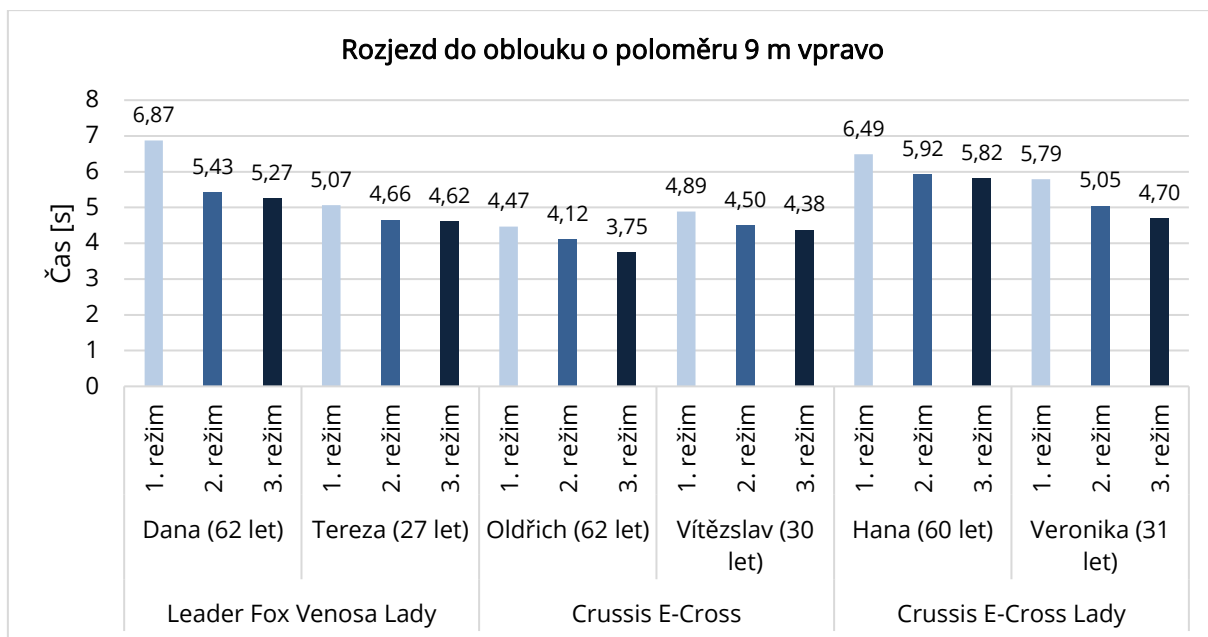
Graf č. 79: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vlevo

### Rozjezd do oblouku o poloměru 9 metrů

Třetím v pořadí byl oblouk o poloměru 9 metrů, po kterém měli jezdci ujet dráhu 14,13 metru. Tradičně jezdci začínali s rozjezdem do oblouku vpravo. Časy průjezdů průjezdu můžeme vidět v grafech č. 80 a 81. Za povšimnutí stojí průběhy grafů jednotlivých dvojic, ze kterých můžeme vidět, to že kde starší jezdci na třetí režim končí, mladší jezdci jako by na první režim začínali. Toto platí pro všechny dvojice, kromě Oldřicha a Vítězslava. Nejlepších časů 3,74 a 3,75 sekundy dosáhl jezdec Matěj (28 let) a již zmíněný Oldřich (62 let). Nejdéle trval průjezd obloukem jezdce Daně, která dosáhla času 6,87 sekundy na první režim a Haně také na první režim 6,49 sekundy. To lze přičítat především fyzické kondici jezdkyň. Jak můžeme vidět, tak rozdíl mezi nejpomalejším jezdce, který jede na první jízdni režim a nejrychlejším jezdce, který jede na třetí jízdni režim je již vcelku propastných 3,13 sekundy.

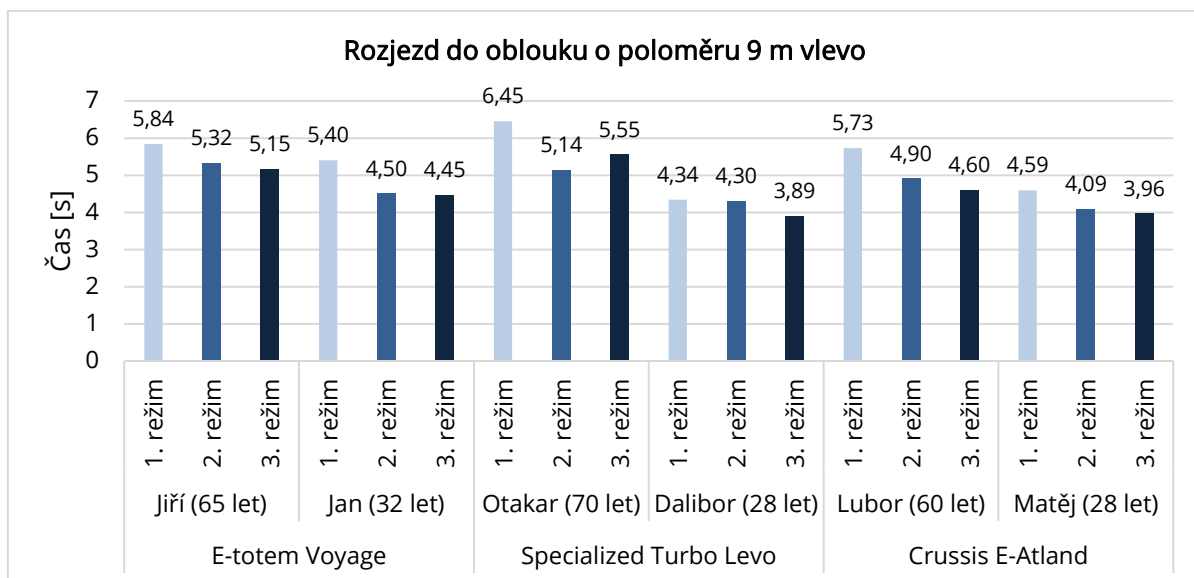


Graf č. 80: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vpravo

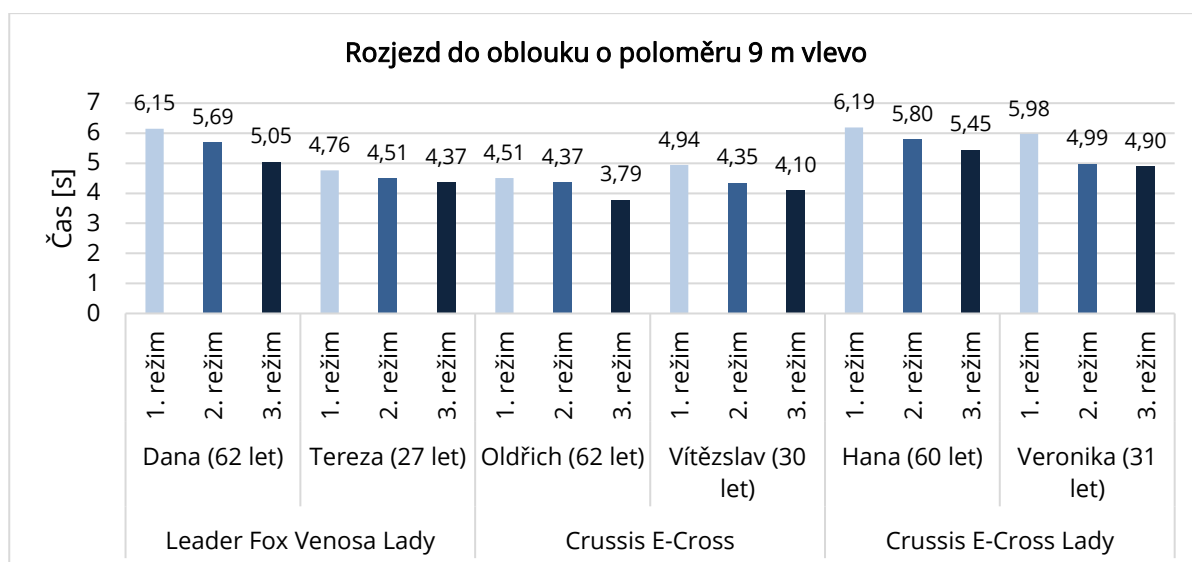


*Graf č. 81: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vpravo*

V grafech č. 82 a 83 jsou uvedeny hodnoty pro průjezd obloukem vlevo. Lze říci, že průběh grafu je velmi podobný jako při průjezdech obloukem vpravo. Nejdelšího času dosáhl jezdec Otakar, kterému průjezd obloukem zabral 6,45 sekundy. Lze předpokládat, že se nerozjel s maximální možnou intenzitou, jako tomu bylo při rozjezdu do oblouku vpravo.



*Graf č. 82: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vlevo*



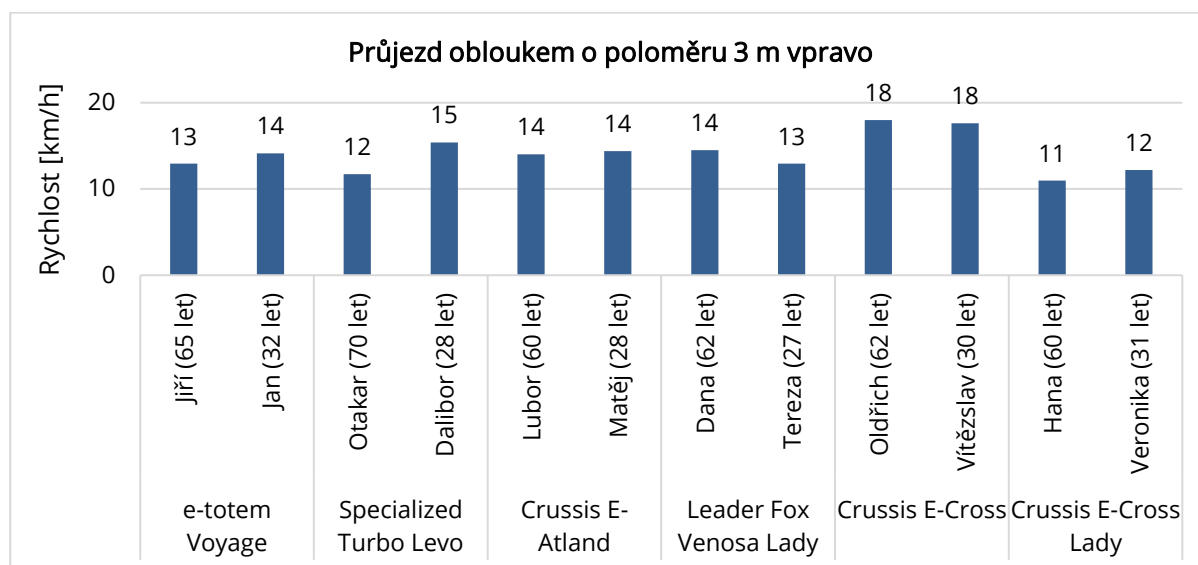
Graf č. 83: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vlevo

#### 4.6.4 Průjezd obloukem

Stejně jako u elektrokoloběžek, tak i zde se zjišťovala maximální rychlost, kterou byli jezdci na elektrokolech schopni projet oblouky o poloměrech 3, 6 a 9 metrů. Jezdci je projížděli jak vlevo, tak vpravo. Faktorem, na kterém záleželo nejvíce byly zkušenosti daného jezdce.

##### *Průjezd obloukem o poloměru 3 metry*

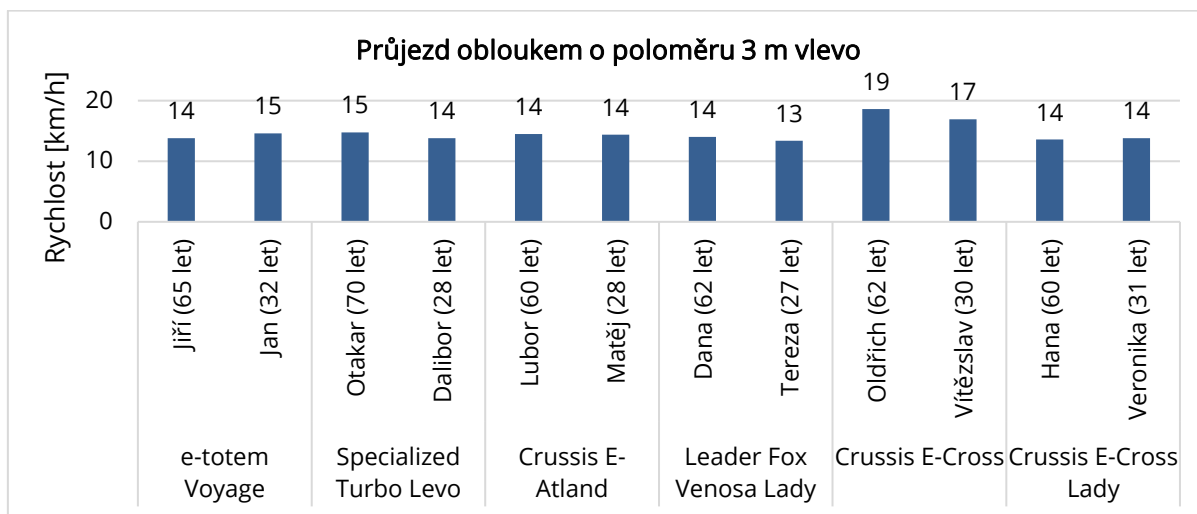
V grafu č. 84 můžeme vidět jakou maximální rychlostí dokázali jezdci projet obloukem o poloměru 3 metry vpravo. Nejvyšší rychlostí obloukem projel jezdec Oldřich, který dosáhl 18 km/h. Stejnou rychlostí 18 km/h projel obloukem jezdec Vítězslav na stejném elektrokole. Nejmenší rychlosti 11 km/h dosáhla jezdka Hana. Průměrná rychlost činí 14 km/h.



Graf č. 84: Průjezd obloukem o poloměru 3 m vpravo



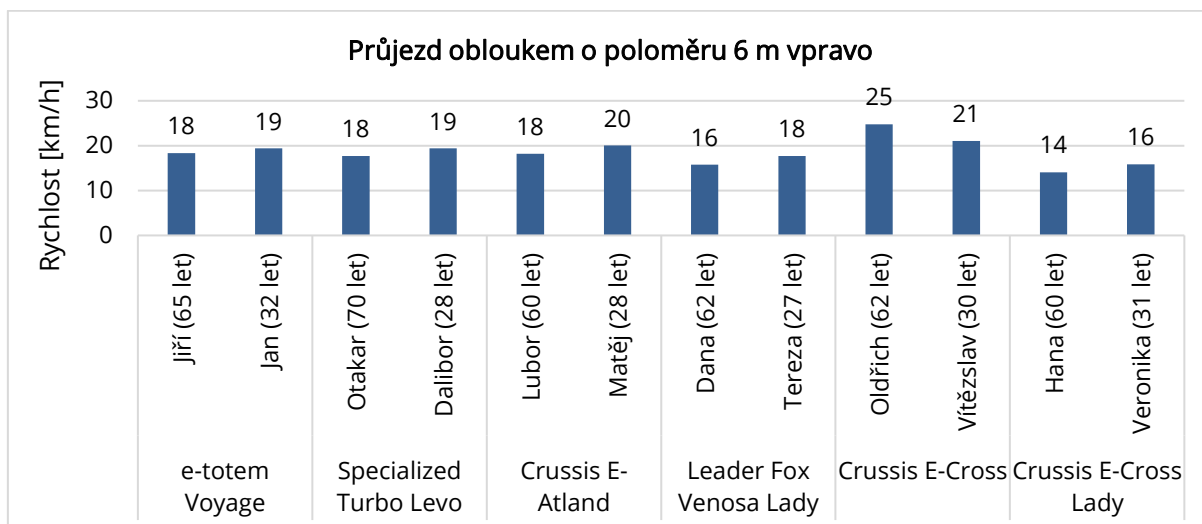
V grafu č. 85 můžeme vidět, že i při průjezdu stejného oblouku, avšak tentokrát vlevo byli opět nejrychlejší jezdci Oldřich s Vítězslavem. Zbytek jezdců se držel okolo velmi podobných hodnot rychlosti. Celkový průměr činí 15 km/h.



Graf č. 85: Průjezd obloukem o poloměru 3 m vlevo

#### Průjezd obloukem o poloměru 6 metrů

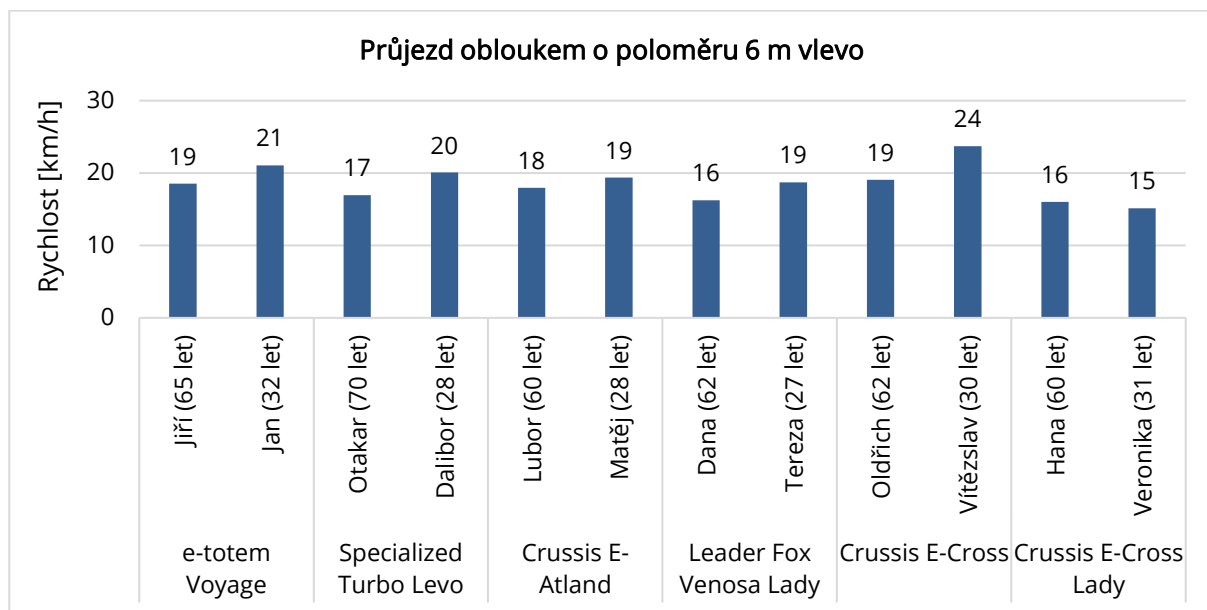
V grafu č. 86 jsou uvedeny rychlosti, kterými jezdci dokázali projet oblouk o poloměru 6 metrů vpravo. Nejvyšší rychlosti 25 km/h dosáhl opět jezdec Oldřich. Jezdec Vítězslav dokázal projet obloukem druhou nejvyšší rychlostí 21 km/h. Nejpomaleji obloukem projela jezdka Hana, která se odvážila na pouhých 14 km/h. Průměrná rychlost průjezdu tímto obloukem za všechny jezdce dosáhla hodnoty 19 km/h.



Graf č. 86: Průjezd obloukem o poloměru 6 m vpravo

Při průjezdu obloukem vlevo měl nejvyšší rychlost 24 km/h jezdec Vítězslav. Jezdec Oldřich po jednom z předchozích pokusů, při kterém došlo téměř k pádu již lehce zvolnil, proto

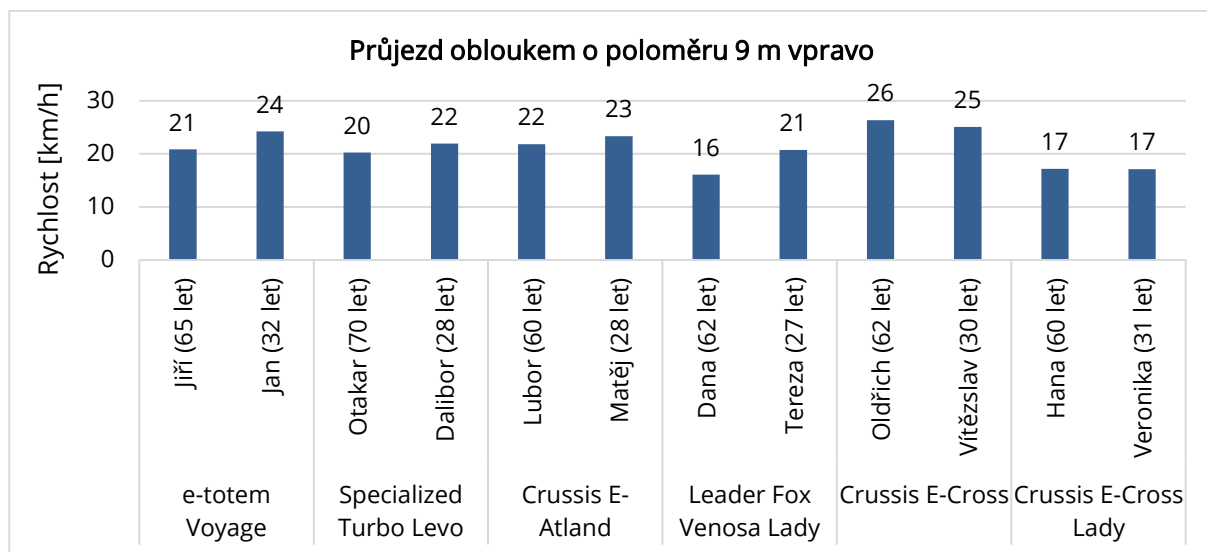
nyní dosáhl už pouze lehce nadprůměrné rychlosti 19 km/h. Druhý nejrychlejší byl s rychlostí 21 km/h jezdec Jan. Nejpomaleji obloukem projela jezdka Veronika. Celkový průměr za všechny jezdce činí 19 km/h.



Graf č. 87: Průjezd obloukem o poloměru 6 m vlevo

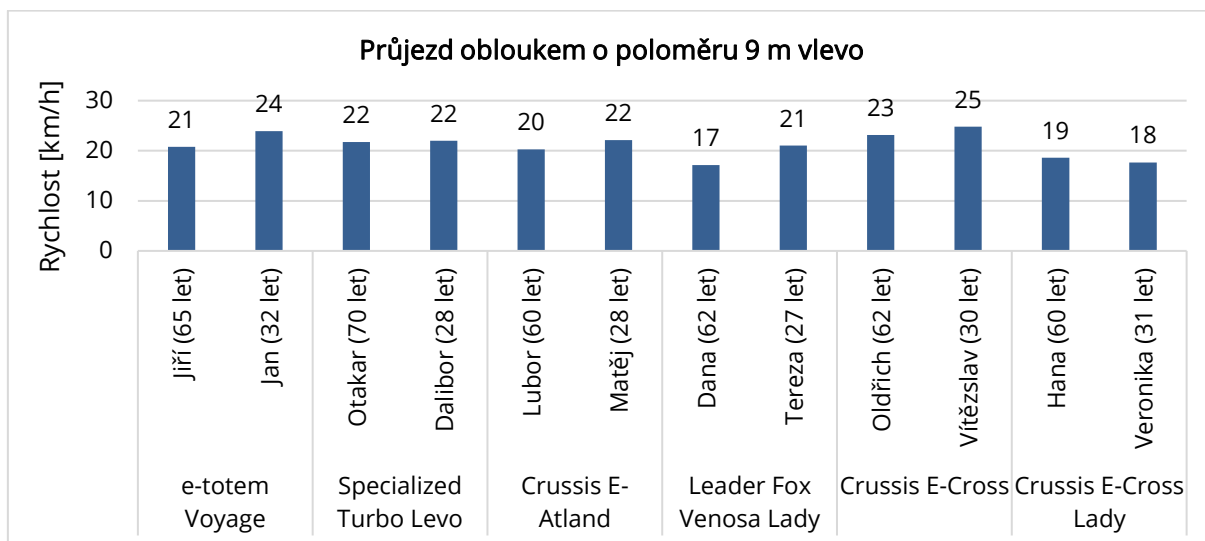
#### **Průjezd obloukem o poloměru 9 metrů**

Při průjezdu obloukem o poloměru 9 metrů jezdci dosahovali nejvyšších rychlostí. Nejrychlejší byl s 26 km/h jezdec Oldřich, lehce pomalejší byl jezdec Vítězslav (25 km/h) a následně jezdci Jan (24 km/h) a Matěj (23 km/h). Nejpomalejší byla jezdka Dana, která obloukem projela rychlostí 16 km/h, to je o 10 km/h méně než nejrychlejší jezdec. Průměrná rychlost za všechny jezdce dosáhla hodnoty 21 km/h.



Graf č. 88: Průjezd obloukem o poloměru 9 m vpravo

V grafu č. 89 můžeme vidět rychlosti, kterými jezdci projeli oblouk o poloměru 9 metrů vlevo. Nejvyšší rychlosti dosáhl jezdec Vítězslav 25 km/h. Nejpomaleji obloukem projela opět jezdce Dana a to rychlostí 17 km/h.



Graf č. 89: Průjezd obloukem o poloměru 9 m vlevo

#### 4.6.5 Vychýlení se při ohlížení

Stejně jako u elektrických koloběžek, tak i u elektrokol tato disciplína simulovala situaci, kdy jezdec zkontroluje situaci za sebou. Jezdci najížděli na rastr opět ve více rychlostech.

Nejvyšších hodnot vychýlení se dosahovali jezdci při rychlosti 10 km/h. Nejvíce se vychýlila ze směru jízdy jezdce Hana, a to na pravou stranu o 30 cm a na levou stranu o 50 cm. Nejčastější celkovou hodnotou vychýlení při 10 km/h bylo 50 cm. Průměrná hodnota vychýlení vlevo při 10 km/h činí 22 cm a vpravo 18 cm, celkem tedy 40 cm.

Při rychlosti 15 km/h bylo průměrné vychýlení se vlevo o 17 cm a vpravo o 20 cm, celkem tedy o 37 cm. Nejvyšší hodnoty dosáhla jezdce Tereza, která se vlevo vychýlila o 30 cm a vpravo o 50 cm, celkem tedy o 80 cm.

Díky vyšší stabilitě, které jezdci dosáhli zrychlením na 20 km/h došlo ke snížení průměrného vychýlení se vlevo na hodnotu 11 cm a vpravo 17 cm. Nejvíce se ze směru jízdy vychýlil jezdec Jan.

Téměř neznatelné zlepšení přinesla rychlost 25 km/h. Průměrné vychýlení na levou stranu zůstalo na stejných 11 cm jako při 20 km/h. Průměrné vychýlení vlevo se zmenšilo o 2 cm na výsledných 15 cm. Nejvyšší hodnoty dosáhl opět jezdec Jan.

Tab. č. 3: Vychýlení se z přímého směru při ohlížení (elektrokola)

Elektrokolo	Jezdec	Rychlost [km/h]	Vychýlení [m]		
			Vlevo	Vpravo	Celkem
e-totem Voyage	Jiří (65 let)	10	20	20	40
		15	20	10	30
		20	20	10	30
		25	10	10	20
	Jan (32 let)	10	30	20	50
		15	50	0	50
		20	50	0	50
Specialized Turbo Levo	Otakar (70 let)	10	40	10	50
		15	10	30	40
		20	10	10	20
		25	30	0	30
	Dalibor (28 let)	10	20	30	50
		15	20	20	40
		20	10	30	40
Crussis E-Atland	Lubor (60 let)	10	50	0	50
		15	40	10	50
		20	20	20	40
		25	10	20	30
	Matěj (28 let)	10	10	10	20
		15	10	20	30
		20	0	20	20
Leader Fox Venosa Lady	Dana (62 let)	10	10	10	20
		15	10	10	20
		20	10	20	30
		25	nekonalo se		
	Tereza (27 let)	10	20	20	40
		15	30	50	80
		20	0	20	20
Crussis E-Cross	Oldřich (62 let)	10	10	20	30
		15	20	10	30
		20	10	10	20
		25	0	30	30
	Vítězslav (30 let)	10	5	10	15
		15	0	30	30
		20	5	25	30
Crussis E-Cross Lady	Hana (60 let)	10	50	30	80
		15	0	20	20
		20	0	20	20

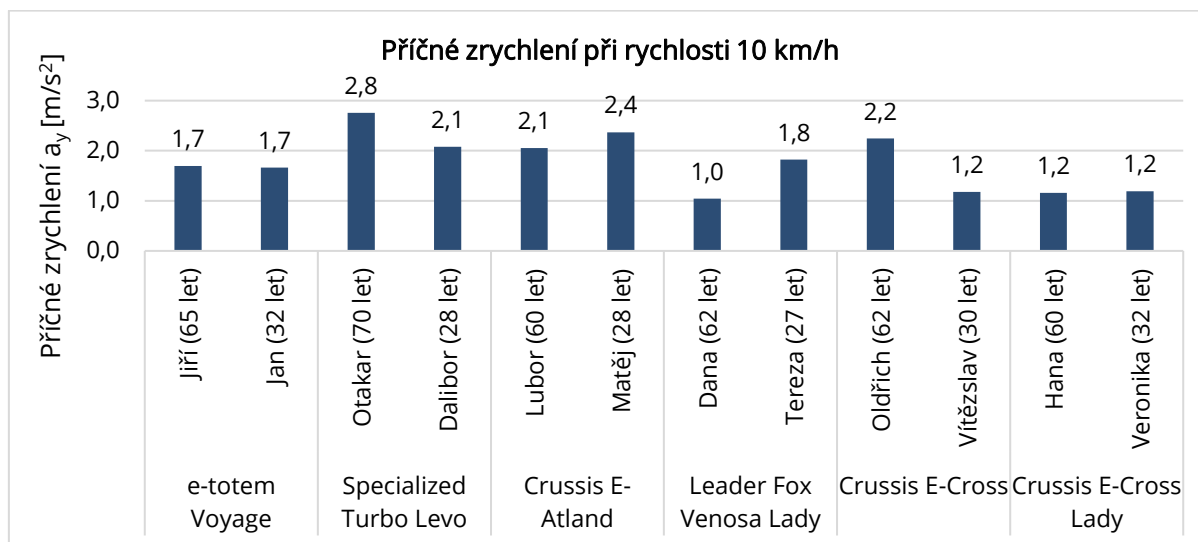
Elektrokolo	Jezdec	Rychlost		Vychýlení [m]	
	Veronika (32 let)	25	0	10	10
		10	0	40	40
		15	0	25	25
		20	0	20	20
		25	0	30	30

#### 4.6.6 Příčné přemístění

Celý manévř vyhýbání se dvěma oblouky probíhal stejným způsobem jako u elektrických koloběžek. Tedy tak, že se jezdci vyhýbali překážce, která měla rozměry 1x1 metru. Výsledné příčné zrychlení záviselo na dvou parametrech, jednak na celkovém času manévru a na příčné vzdálenosti, o kterou jezdec při průjezdu změnil svou polohu. Měření probíhalo v rychlostech 10, 15, 20 a 25 km/h. Místo počátku manévru bylo na rozhodnutí jezdce. Veškeré potřebné údaje pro výpočet příčného zrychlení jsou součástí přílohy č. 8.

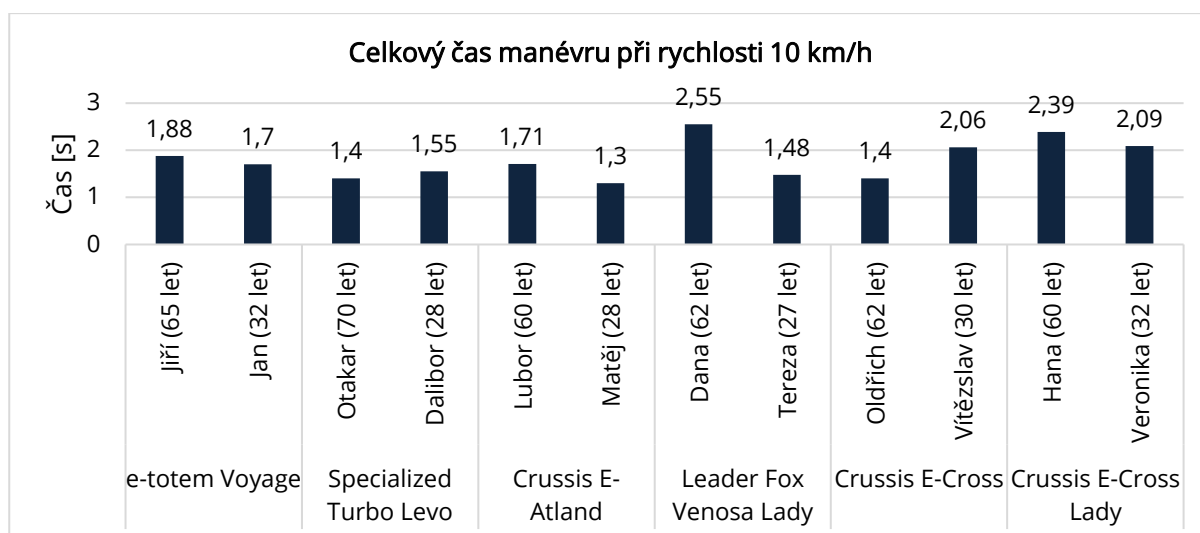
##### *Příčné zrychlení a celkový čas manévru při rychlosti 10 km/h*

V grafu č. 90 můžeme vidět příčné zrychlení při rychlosti 10 km/h. Nejvyšší hodnota příčného zrychlení je 2,8 m/s<sup>2</sup> a bylo jí dosaženo jezdce Otakarem. Druhou nejvyšší hodnotu 2,4 m/s<sup>2</sup> zaznamenal jezdec Matěj. Nejnižší hodnoty dosáhli jezdce Dana (1 m/s<sup>2</sup>), Hana (1,2 m/s<sup>2</sup>), Veronika (1,2 m/s<sup>2</sup>) a jezdec Vítězslav (1,2 m/s<sup>2</sup>). Nižší hodnoty příčného zrychlení jsou dány vyšší opatrností při průjezdu toho manévru.



Graf č. 90: Příčné zrychlení při rychlosti 10 km/h

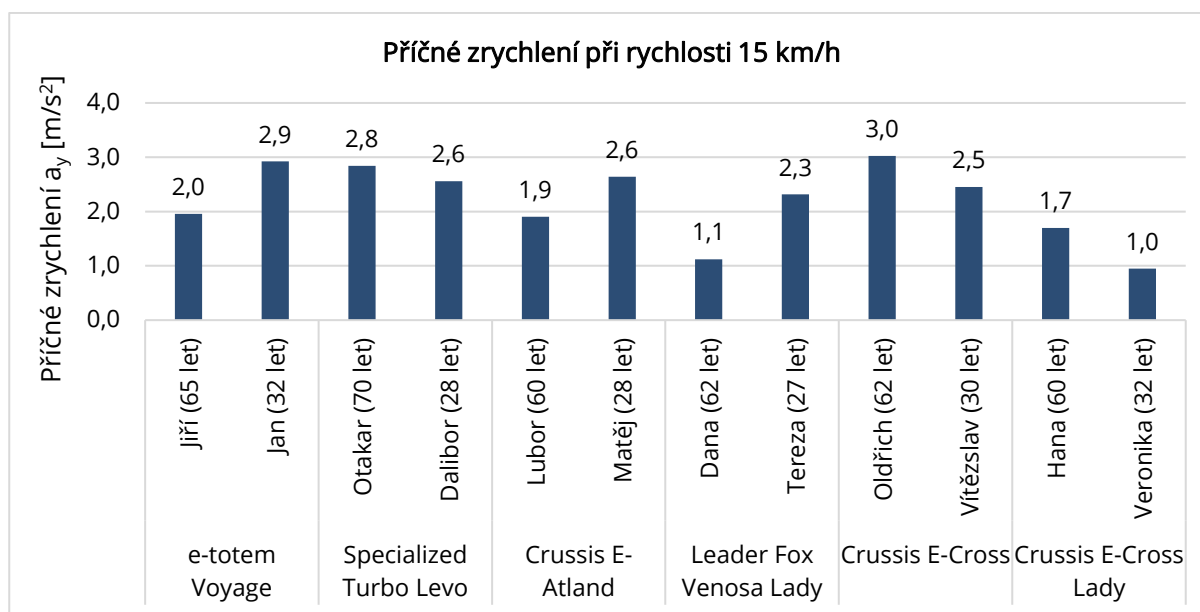
Z grafu č. 91 můžeme zjistit, že nejrychleji zvládli jízdni manévř jezdci Matěj, Otakar a Oldřich, kteří také dosáhli nejvyšších hodnot příčného zrychlení. Oproti tomu jezdce Dana, Hana, Veronice a jezdce Vítězslavovi, trval tento manévř nejdéle.



Graf č. 91: Celkový čas manévru při rychlosti 10 km/h

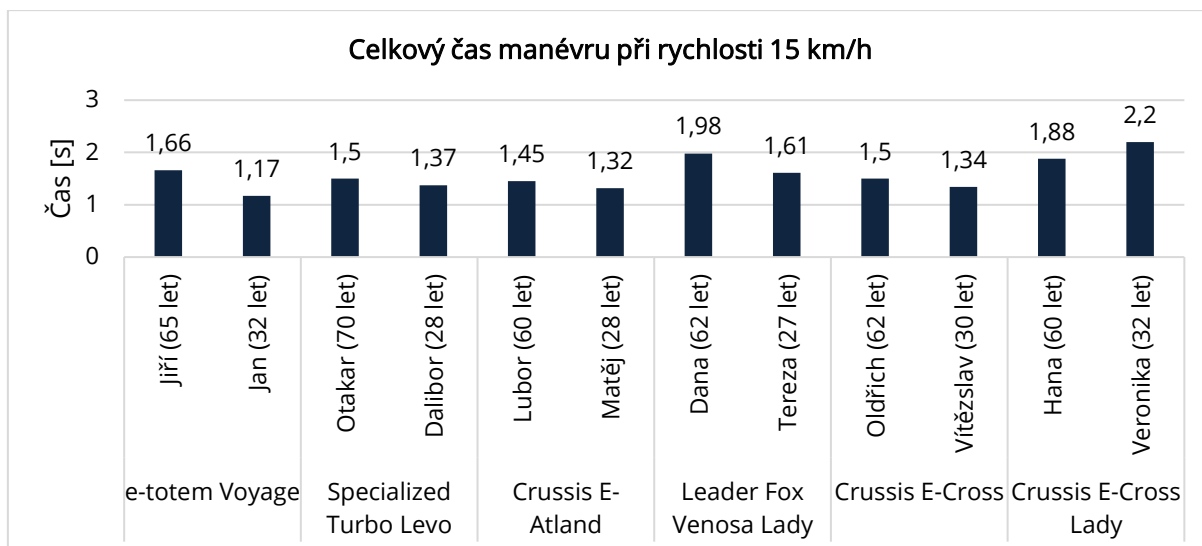
**Příčné zrychlení a čas manévru při rychlosti 15 km/h**

Graf č. 92 ukazuje zjištěné hodnoty příčného zrychlení jezdců při rychlosti 15 km/h. Nejvyšší hodnoty 3 m/s<sup>2</sup> dosáhl jezdec Oldřich. Je to dáno tím, že dokázal dvěma oblouky projet za velmi krátký čas při příčném přemístění 1,7 metru. Vysoké hodnoty příčného zrychlení dosáhl též jezdec Jan, který zaznamenal nejkratší čas pro celý manévr.



Graf č. 92: Příčné zrychlení při rychlosti 15 km/h

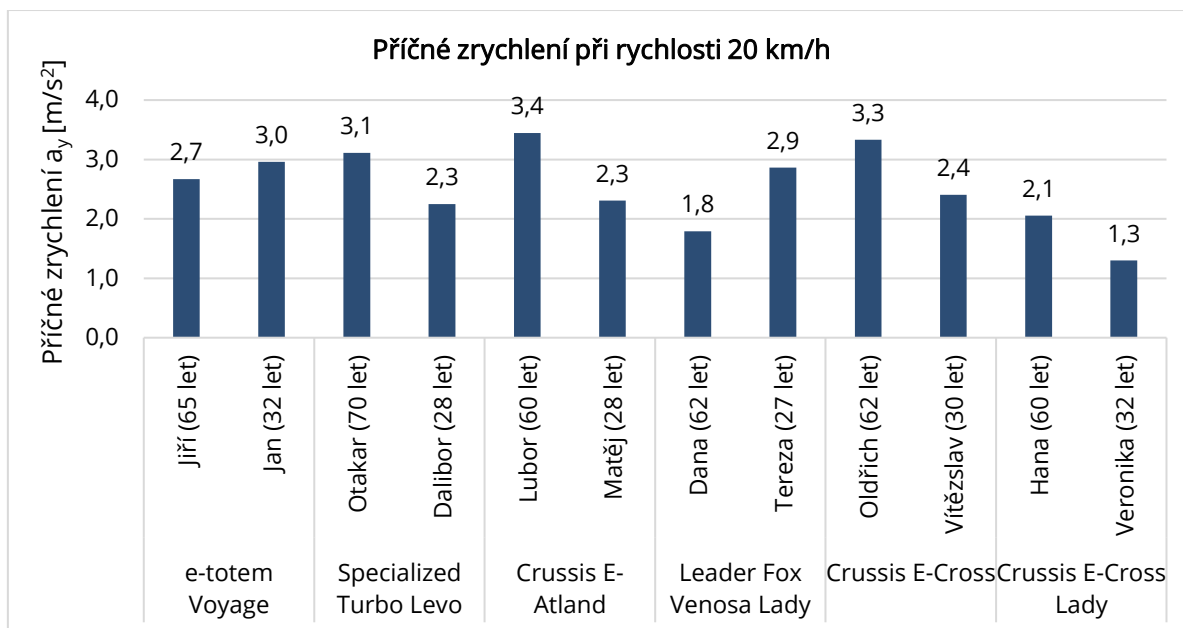
Jak již bylo řečeno, tak nejkratšího času 1,17 sekundy při provedení celého manévru zaznamenal jezdec Jan. Nejdéle trval průjezd jezdkyňi Veronice, která celý manévr zvládla projet za 2,2 sekundy.



Graf č. 93: Celkový čas manévru při rychlosti 15 km/h

**Příčné zrychlení a čas manévru při rychlosti 20 km/h**

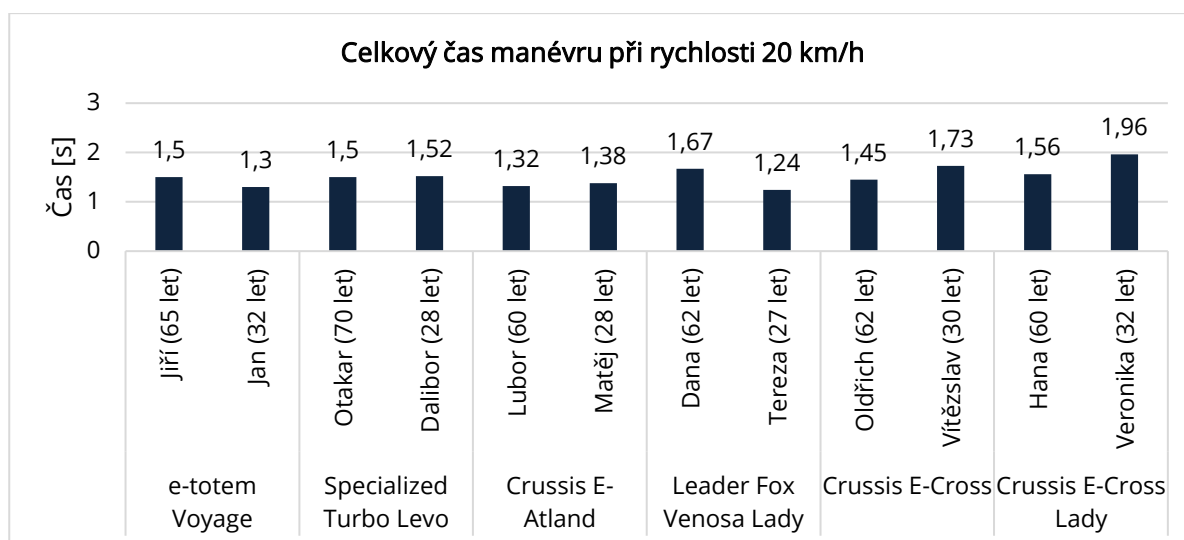
Při rychlosti 20 km/h činí celkový průměr příčného zrychlení za všechny jezdce  $2,5 \text{ m/s}^2$ . Nejvyšších hodnot dosáhli jezdci Lubor a Oldřich. Oproti tomu příčné zrychlení jezdčiny Veroniky nabylo hodnoty pouhých  $1,3 \text{ m/s}^2$ .



Graf č. 94: Příčné zrychlení při rychlosti 20 km/h

Opatrnost jezdčiny Veroniky, lze vidět též vidět v grafu č. 95, který nám ukazuje, že průjezd dvěma oblouky zvládla za 1,96 sekundy.

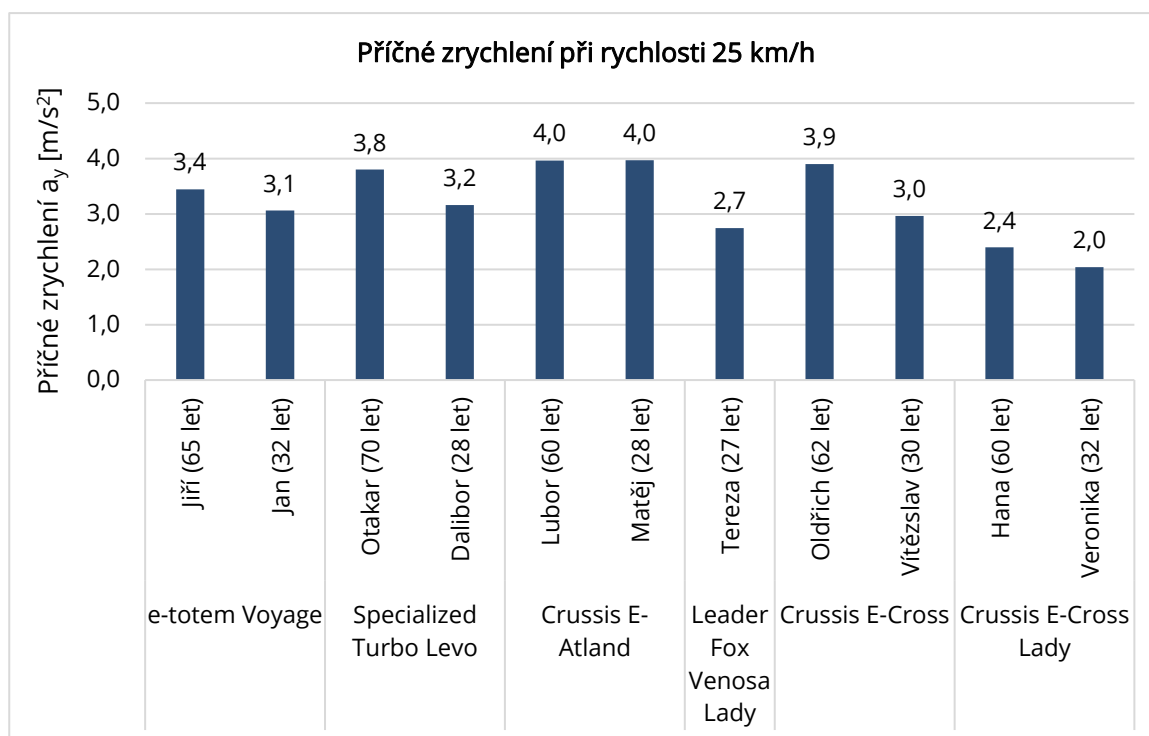




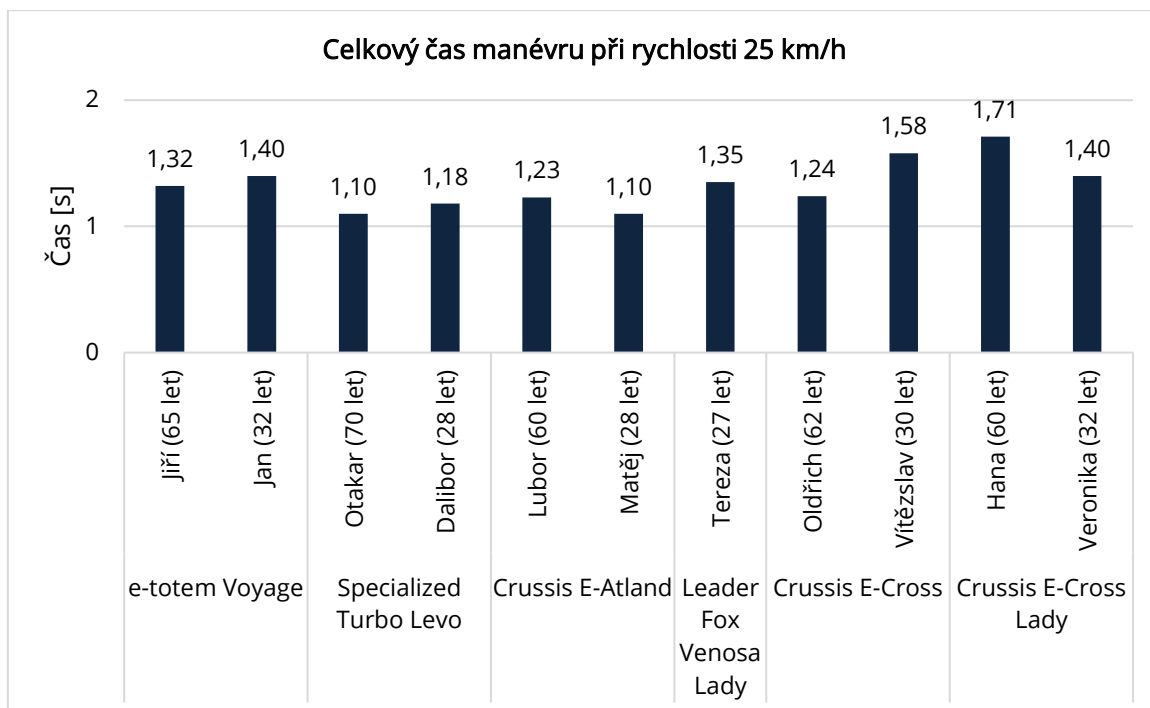
Graf č. 95: Celkový čas manévru při rychlosti 20 km/h

**Příčné zrychlení a čas manévru při rychlosti 25 km/h**

V grafu č. 96 můžeme vidět hodnoty příčného zrychlení jezdců při rychlosti 25 km/h. Celkový průměr dosáhl hodnoty 3,2 m/s<sup>2</sup>. Jezdci, kteří tuto hodnotu přesahují nejvíce jsou Lubor a Matěj. Tito jezdci zaznamenali stejnou hodnotu příčného zrychlení, která dosáhla hodnoty 4 m/s<sup>2</sup>. Nejnižší příčné zrychlení zaznamenala opět jezdka Veronika, u které šlo z pozorování průjezdu tímto manévrem usoudit, že dosáhla maxima svého výkonu.



Graf č. 96: Příčné zrychlení při rychlosti 25 km/h



Graf č. 97: Celkový čas manévru při rychlosti 25 km/h

## 5 ZÁVĚR

Tato diplomová práce, která se zabývala vybranou problematikou elektricky poháněných dopravních prostředků, byla rozdělena do tří hlavních částí.

První, teoretická část, byla zaměřena na popis konstrukce elektrokol, elektrických koloběžek a elektrických skateboardů. Dále se tato část věnovala právní úpravě, tuningu a problematice spojené s provozem takovýchto dopravních prostředků. V kapitole věnující se konstrukci je možné se dočíst, že existuje celá řada různých komponent, ze kterých elektrokola, elektrokoloběžky a elektrické skateboardy mohou být sestaveny. V závislosti na použitých dílech existuje široké spektrum typů těchto dopravních prostředků lišící se např. typem brzd, typem baterie a její velikostí, odpružením, umístěním elektromotoru, velikostí kol, materiálem rámu a jiných prvků, které mají vliv na výkon, jízdní komfort, ale také na hmotnost. V kapitole věnující se právní úpravě byl věnován prostor pro právní předpisy upravující definici a provoz výše zmíněných dopravních prostředků jak v České republice, tak ve vybraných státech Evropy. Lze říci, že právní předpisy v této oblasti zaspaly a nedokáží dokonale reflektovat rychle rozvíjející se mikromobilitu. Kapitola věnující se problematice provozu pojednává o rizicích plynoucích z těchto dopravních prostředků.

Druhá část diplomové práce byla věnována současnému stavu provedených měření vybraných jízdních manévřů jezdců na elektrokolech, elektrokoloběžkách a elektrických skateboardech.

Předmětem třetí, praktické části bylo provedení měření jízdních manévřů elektrických koloběžek a elektrokol. Mezi vybrané jízdní manévry bylo zařazeno brzdění, akcelerace, rozjezdy do oblouků, průjezdy obloukem konstantní rychlostí, vyhýbání se dvěma oblouky a vychýlení se při ohlížení. Při měření bylo k dispozici 10 elektrokoloběžek, na kterých jelo 9 různých jezdců a 6 elektrokol, na kterých jelo 6 starších a 6 mladších jezdců. U elektrokol bylo díky tomu možné provést srovnání dosažených hodnot těchto dvou věkových kategorií. Měření probíhalo od konce února až po konec března. Podmínky se lišily pouze teplotou, která kolísala mezi 0 °C a 14 °C. Ve všech případech bylo sucho, tím pádem podmínky pro měření byly příznivé a vzájemně v podstatě srovnatelné. Výsledky lze vidět v přehledových tabulkách níže.

Prvním prováděným měřením bylo brzdění. Jezdci na elektrokoloběžkách měli za úkol brzdit z rychlostí 10, 15, 20, 25 km/h a případně rychlostí vyšších nejdříve zadní, poté přední, a nakonec oběma brzdami. Dosažené hodnoty průměrného brzdného zpomalení závisely na typu, stavu brzd a také na zkušenostech jezdce. U elektrických koloběžek při použití pouze zadní brzdy

byly naměřeny hodnoty mezi  $1,5 \text{ m/s}^2$  a  $4,4 \text{ m/s}^2$ . Při použití pouze přední brzdy se hodnoty zvýšily a dosahovaly od  $1,3 \text{ m/s}^2$  až po  $7,4 \text{ m/s}^2$ . Při použití obou brzd současně, byly hodnoty zpomalení nejvyšší a pohybovaly se tak od  $1,9 \text{ m/s}^2$  až po  $9,0 \text{ m/s}^2$ . Vysokých hodnot zpomalení dosahovaly elektrokoloběžky, které nejsou z hlediska zákona považovány za jízdní kolo, avšak je potřeba říci, že se při brzdění osvědčily jako bezpečnější, neboť jsou vybaveny brzdou na každém kole a v některých případech jsou tyto brzdy dokonce hydraulické, mají tedy mnohem větší účinnost než pouze jedna brzda, která je typická pro městské elektrokoloběžky.

Dalšímu měření byla podrobena akcelerace, jejíž hodnoty byly zjišťovány na rovině a v obloucích. Z vyhodnocených výsledků akcelerace na rovině bylo u elektrických koloběžek zjištěno, že značně závisí na typu elektrokoloběžky a zvoleném jízdním režimu. Díky tomu se zrychlení na dvaceti metrech pohybovalo mezi hodnotami  $0,4 \text{ m/s}^2$  a  $2,2 \text{ m/s}^2$ , tím pádem byl jezdec na této dráze schopen dosáhnout rychlosti mezi  $11 \text{ km/h}$  a  $33 \text{ km/h}$ . Průběh zrychlení v závislosti na čase můžeme vidět v grafu, který je součástí přílohy č. 2. Z něj lze vyčíst, že maximální hodnoty zrychlení se pohybovaly lehce nad  $3 \text{ m/s}^2$ . Dále byla zjišťována také maximální rychlost na dráze 100 metrů, která opět závisela jednak na typu elektrokoloběžky, tak jízdním režimu. Rychlosti, které byly dosaženy se pohybovaly mezi  $14 \text{ km/h}$  a  $54 \text{ km/h}$ . Je potřeba říci, že kdyby byla k dispozici delší dráha, tak koloběžka Inokim OXO a Vsett 10 dosáhnou vyšších maximálních rychlostí.

Při rozjezdech do oblouků se zjišťoval potřebný čas pro průjezd oblouky o poloměrech 3, 6 a 9 metrů. Výsledný čas opět závisel na typu elektrokoloběžky a zvoleném jízdním režimu. Časy průjezdu obloukem z nulové rychlosti o poloměru 3 metry byly mezi 1,88 až 3,88 sekundami. Projel obloukem o poloměru 6 metrů s pevným startem zvládli jezdci za 2,53 až 5,51 sekundy a oblouk o poloměru 9 metrů zvládli projet za 3,16 až 7,02 sekundy.

Identické oblouky byly využity též při měření maximální rychlosti, kterou jimi jezdci byli schopni projet. Jezdci na elektrokoloběžkách nejpomaleji projížděli obloukem o poloměru 3 metry, zde se rychlost pohybovala mezi  $9 \text{ km/h}$  a  $19 \text{ km/h}$ . Průměrná rychlost činila  $14 \text{ km/h}$ . Průjezd obloukem o poloměru 6 metrů byl již komfortnější, proto se maximální rychlost držela již mezi  $13 \text{ km/h}$  a  $22 \text{ km/h}$ , průměrná rychlost dosáhla hodnoty  $19 \text{ km/h}$ . Nejvyšších rychlostí jezdci dosáhli při průjezdu obloukem o poloměru 9 metrů, kde se rychlosti pohybovaly mezi  $17 \text{ km/h}$  a  $28 \text{ km/h}$ . Průměrná rychlost byla  $22 \text{ km/h}$ .

Dalším měřeným manévrem bylo vychýlení se při ohlížení. S narůstající rychlostí se zmenšovalo vychýlení z přímého směru jízdy.

Posledním měřeným manévrem bylo vyhýbání se překážce dvěma oblouky. Manévr probíhal v rychlostech 10, 15, 20 a 25 km/h. Průměrné hodnoty příčného zrychlení se pohybovaly mezi 1,9 m/s<sup>2</sup> a 3,2 m/s<sup>2</sup>.

Tab. č. 4: Přehledová tabulka elektrokoloběžky

<b>Elektrokoloběžky</b>		
<b>Měření</b>	<b>Rozsah naměřených hodnot</b>	<b>Průměrná hodnota</b>
<b>Brzdění</b>		
Brzdné zpomalení při použití zadní brzdy [m/s <sup>2</sup> ]	1,5-4,4	2,9
Brzdné zpomalení při použití přední brzdy [m/s <sup>2</sup> ]	1,3-7,4	3,6
Brzdné zpomalení při použití obou brzd [m/s <sup>2</sup> ]	1,9-9,0	4,9
<b>Zrychlení</b>		
Průměrné zrychlení na dráze 20 m [m/s <sup>2</sup> ]	0,4-2,2	1,1
Maximální rychlost na dráze 20 m [km/h]	11-33	20
Maximální okamžitá hodnota zrychlení na dráze 100 m [m/s <sup>2</sup> ]	1,2-3,3	2,1
Maximální rychlost na dráze 100 m [km/h]	14-54	28
<b>Rozjezd do oblouku</b>		
Čas průjezdu obloukem o poloměru 3 m [s]	1,88-3,88	2,4
Čas průjezdu obloukem o poloměru 6 m [s]	2,53-5,51	3,6
Čas průjezdu obloukem o poloměru 9 m [s]	3,16-7,02	4,7
<b>Průjezd obloukem</b>		
Průměrná rychlost při průjezdu obloukem o poloměru 3 m [km/h]	9-19	14
Průměrná rychlost při průjezdu obloukem o poloměru 6 m [km/h]	13-22	19
Průměrná rychlost při průjezdu obloukem o poloměru 9 m [km/h]	17-28	22
<b>Vychýlení se ze směru jízdy při ohlížení</b>		
Celkové vychýlení se z přímého směru (vlevo + vpravo) při rychlosti 10 km/h [cm]	25-75	42
Celkové vychýlení se z přímého směru (vlevo + vpravo) při rychlosti 15 km/h [cm]	20-50	26
Celkové vychýlení se z přímého směru (vlevo + vpravo) při rychlosti 20 km/h [cm]	10-40	23
Celkové vychýlení se z přímého směru (vlevo + vpravo) při rychlosti 25 km/h [cm]	15-40	23
<b>Příčné přemístění</b>		
Příčné zrychlení při rychlosti 10 km/h [m/s <sup>2</sup> ]	1,5-2,3	1,9
Příčné zrychlení při rychlosti 15 km/h [m/s <sup>2</sup> ]	2,1-3,1	2,5
Příčné zrychlení při rychlosti 20 km/h [m/s <sup>2</sup> ]	1,6-4,1	2,8
Příčné zrychlení při rychlosti 25 km/h [m/s <sup>2</sup> ]	2,6-4,2	3,2

Při měření zpomalení elektrokol stejně jako u elektrických koloběžek, hrály podstatnou roli faktory jako jsou zkušenosti či typ a stav brzd. Jak se však ukázalo, tak podstatným faktorem se stal i věk, neboť starší jezdci dosahovali nižších hodnot průměrného brzdného zpomalení. Důvodem byla především větší obava z pádu a z toho plynoucí zranění. To se nejvíce projevilo při brzdění přední a oběma brzdami. Při použití pouze zadní brzdy se hodnoty brzdného zpomalení příliš nelišily. U starších jezdců se průměrná hodnota ustálila na 2,7 m/s<sup>2</sup>. Mladší jezdci dosáhli

průměrné hodnoty  $2,8 \text{ m/s}^2$ . Při brzdění přední brzdou tomu bylo již jinak. Starší jezdci dokázali zabrzdit se zpomalením pohybujícím se mezi  $2,0\text{--}4,1 \text{ m/s}^2$ , průměrně tedy s hodnotou  $2,9 \text{ m/s}^2$ . Mladší skupina jezdců dokázala potenciál brzd využít o něco lépe, neboť rozpětí hodnot se pohybovalo mezi  $2,6\text{--}5,2 \text{ m/s}^2$  a průměrná hodnota činila  $3,9 \text{ m/s}^2$ . Při využití obou brzd byl rozdíl ještě patrnější, neboť průměrná hodnota zpomalení starší věkové kategorie činila  $3,7 \text{ m/s}^2$  a mladší  $4,9 \text{ m/s}^2$ .

U jezdců na elektrokolech se předpokládalo, že věk bude mít zásadní vliv na hodnotu průměrného zrychlení. Jelikož měřené skupiny od sebe dělilo průměrně 32 let. Avšak jak se ukázalo, tak starší jezdci akcelerovali na 20 metrech s průměrnou hodnotou  $1,1 \text{ m/s}^2$ . Oproti tomu mladší jezdci dosáhli jen lehce vyšší průměrné hodnoty a to  $1,2 \text{ m/s}^2$ . Součástí přílohy č. 6 je graf závislosti zrychlení na čase. Z něj lze vyčíst, že maximálního zrychlení  $3,7 \text{ m/s}^2$  bylo dosaženo jezdcem Oldřichem. Maximální hodnoty zrychlení ostatních jezdců se pohybovaly okolo  $2 \text{ m/s}^2$ . Nejrychleji bylo dvacetimetrovou dráhou projeto za čas 4,48 sekundy, nejdéle za 6,61 sekundy. Rychlost se pohybovala mezi  $20 \text{ km/h}$  a  $27 \text{ km/h}$ , to jsou na dráhu 20 metrů poměrně vysoké hodnoty. Na stejném místě akorát na dráze 100 metrů byla dále jezdcům měřena maximální rychlost. Do  $25 \text{ km/h}$  jezdcům asistoval elektromotor, dosažení vyšších rychlostí bylo zcela na fyzické zdatnosti jezdce. Maximální rychlosti se pohybovaly mezi  $25$  a  $35 \text{ km/h}$ . Nejvyšší rychlosti dosáhl sedmdesátiletý jezdec Otakar. Při měření rozjezdů do oblouků byl opět měřen čas, za který jezdci danými oblouky z nulové rychlosti projedou. Obloukem o poloměru 3 metry zvládli jezdci ze starší věkové skupiny projet průměrně za 2,87 sekundy, jezdci z mladší kategorie projeli obloukem průměrně za 2,56 sekundy. S prodlužující délkou oblouku se zvyšoval rozdíl v čase mezi měřenými skupinami. Průjezd obloukem o poloměru 6 metrů trval jezdcům ze starší skupiny průměrně 4,22 sekundy, mladším jezdcům 3,61 sekundy. Při průjezdu obloukem o poloměru 9 metrů to už bylo 5,3 sekundy a 4,57 sekundy.

Jezdci na elektrokolech projeli obloukem o poloměru 3 metry rychlostmi mezi  $11$  a  $19 \text{ km/h}$ . Nejrychleji projel tímto obloukem šedesáti dvouletý Oldřich. Průměrná rychlost se ustálila na hodnotě  $14 \text{ km/h}$ . Při průjezdu obloukem o poloměru 6 metrů bylo dosaženo rychlostí mezi  $14 \text{ km/h}$  a  $25 \text{ km/h}$ , průměrná rychlost dosáhla hodnoty  $19 \text{ km/h}$ . Nejrychleji bylo možné projet obloukem o poloměru 9 metrů, tím jezdci projížděli rychlostmi mezi  $16 \text{ km/h}$  a  $26 \text{ km/h}$ . Průměrná rychlost činila  $21 \text{ km/h}$ . I zde je rozdíl mezi měřenými věkovými skupinami téměř neznamatelný.

Při měření vychýlení se ze směru jízdy dosahovali jezdci na elektrokolech podobných hodnot jako jezdci na elektrokoloběžkách. Se zvyšující se rychlostí klesala vzdálenost od středové čáry.

Tab. č. 5: Přehledová tabulka elektrokola

<b>Elektrokola</b>				
Měření	Rozsah naměřených hodnot – mladší jezdci	Průměrná hodnota – mladší jezdci	Rozsah naměřených hodnot – starší jezdci	Průměrná hodnota – starší jezdci
<b>Brzdění</b>				
Brzdné zpomalení při použití zadní brzdy [m/s <sup>2</sup> ]	2,1-3,5	2,8	1,8-3,4	2,7
Brzdné zpomalení při použití přední brzdy [m/s <sup>2</sup> ]	2,6-5,2	3,9	2,0-4,1	2,9
Brzdné zpomalení při použití obou brzd [m/s <sup>2</sup> ]	3,3-8,0	4,9	2,0-5,8	3,7
<b>Zrychlení</b>				
Průměrné zrychlení na dráze 20 m [m/s <sup>2</sup> ]	0,8-1,6	1,2	0,8-1,5	1,1
Maximální rychlost na dráze 20 m [km/h]	20-27	24	20-27	23
Maximální okamžitá hodnota zrychlení na dráze 100 m [m/s <sup>2</sup> ]	2,0-3,1	2,5	1,7-3,7	2,4
Maximální rychlost na dráze 100 m [km/h]	26-33	29	25-35	29
<b>Rozjezd do oblouku</b>				
Čas průjezdu obloukem o poloměru 3 m [s]	2,07-3,22	2,56	2,14-3,84	2,87
Čas průjezdu obloukem o poloměru 6 m [s]	2,90-5,10	3,61	2,91-5,54	4,22
Čas průjezdu obloukem o poloměru 9 m [s]	3,74-5,98	4,57	3,75-6,87	5,30
<b>Průjezd obloukem</b>				
Průměrná rychlost při průjezdu obloukem o poloměru 3 m [km/h]	12-18	14	11-19	14
Průměrná rychlost při průjezdu obloukem o poloměru 6 m [km/h]	15-24	19	14-25	18
Průměrná rychlost při průjezdu obloukem o poloměru 9 m [km/h]	17-25	22	16-26	20
<b>Vychýlení se ze směru jízdy při ohlížení</b>				
Celkové vychýlení se z přímého směru (vlevo + vpravo) při rychlosti 10 km/h [cm]	15-50	36	20-80	45
Celkové vychýlení se z přímého směru (vlevo + vpravo) při rychlosti 15 km/h [cm]	25-80	43	20-50	32
Celkové vychýlení se z přímého směru (vlevo + vpravo) při rychlosti 20 km/h [cm]	20-50	30	20-40	27
Celkové vychýlení se z přímého směru (vlevo + vpravo) při rychlosti 25 km/h [cm]	20-50	30	10-30	24
<b>Příčné přemístění</b>				
Příčné zrychlení při rychlosti 10 km/h [m/s <sup>2</sup> ]	1,2-2,4	1,7	1,1-3,0	1,9
Příčné zrychlení při rychlosti 15 km/h [m/s <sup>2</sup> ]	1,0-2,9	2,3	1,1-3,0	2,1
Příčné zrychlení při rychlosti 20 km/h [m/s <sup>2</sup> ]	1,3-3,0	2,4	1,8-3,4	2,7
Příčné zrychlení při rychlosti 25 km/h [m/s <sup>2</sup> ]	2,0-4,0	3,0	2,4-4,0	3,5

Posledním měřeným manévrem bylo vyhýbání se překážce dvěma oblouky. S narůstající rychlostí se zvyšovala hodnota příčného zrychlení. Průměrná hodnota příčného zrychlení při rychlosti 10 km/h byla 1,7 resp. 1,9 m/s<sup>2</sup> a při rychlosti 25 km/h činila 3 resp. 3,5 m/s<sup>2</sup>.

Všechna data ve zpracované formě jsou součástí příloh této diplomové práce.



## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] LIŽBETIN, Ján, Ondrej STOPKA a Vladislav ZITRICKÝ. Dopravní prostředky: vysokoškolská učebnice. České Budějovice: Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, 2016. ISBN 978-80-7468-101-1.
- [2] HRUBÍŠEK, Ivo. Elektrokola: nová dimenze cyklistiky. Plzeň: Cykloknihy, 2011. ISBN 978-80-87193-18-1.
- [3] General E-Bike. Juiced Bikes [online]. USA, ©2022 [cit. 2022-10-14]. Dostupné z: <https://www.juicedbikes.com/pages/parts-diagrams>
- [4] Jak vybrat jízdní kolo – parametry. Sportisimo Blog [online]. Praha, 2022, 15.4.2022 [cit. 2022-11-02]. Dostupné z: <https://www.sportisimo.cz/blog/jak-vybrat-jizdni-kolo-parametry/>
- [5] Slovník pojmů. Moolbike [online]. Mohelnice, ©2022 [cit. 2022-10-02]. Dostupné z: <https://www.moolbike.cz/slovník-pojmu/>
- [6] HRUBÍŠEK, Ivo. Horské kolo od A do Z. 5. aktualiz. vyd. Praha: Sobotáles, 2002. ISBN 80-85920-86-7.
- [7] HROMÁDKO, Jan. Speciální spalovací motory a alternativní pohony: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4455-1.
- [8] MOTOR JE SRDCEM ELEKTROKOLA aneb co je dobré o nich vědět. Ecyklistika: Vše o elektrokolech na jednom místě [online]. Praha, ©2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.ecyklistika.cz/vse-o-elektrokolech/o-motorech-elektrokol/>
- [9] Konstrukce moderního elektrokola. Zeus Bike [online]. Dobřeějovice, ©2022 [cit. 2022-07-10]. Dostupné z: <https://www.zeusbike.cz/blog/konstrukce-moderniho-elektrokola>
- [10] FRYBERT, Jan. Alternativní pohony. Brno: Integrovaná střední škola automobilní, [2015]. ISBN 978-80-260-7548-6.
- [11] KAMEŠ, Josef. Alternativní pohon automobilů. Praha: BEN - technická literatura, 2004. ISBN 80-7300-127-6.
- [12] Wait, Electric Scooters Aren't Toys?. Electric Scooter Guide [online]. USA, ©2022 [cit. 2022-08-04]. Dostupné z: <https://electric-scooter.guide/guides/definitive-guide-electric-scooters/#anatomy-of-an-electric-scooter>
- [13] TRIPATHI, P.K. Handbook on Electric Vehicles Manufacturing (E- Car, Electric Bicycle, E- Scooter, E-Motorcycle, Electric Rickshaw, E- Bus, Electric Truck with Assembly Process, Machinery Equipments & Layout). Kamla Nagar: Niir Project Consultancy Services, 2022. ISBN 978-81-956769-2-7.
- [14] Slow down and power up: How regenerative braking works. Shop Niu [online]. Wujing, ©2022, 26.4.2022 [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: <https://shop.niu.com/blogs/guide/how-regenerative-braking-works-electric-scooter>
- [15] Elektrická koloběžka. Elektrický Svět [online]. Plzeň, ©2022 [cit. 2022-08-04]. Dostupné z: <https://www.elektrickysvet.cz/elektricka-kolobezka-elektrokolobezka>
- [16] Chassis Xiaomi Mi Electric Scooter M365 - black (original). Tanie Zakupy [online]. Skierniewice, ©2022 [cit. 2023-10-22]. Dostupné z: <https://tanie-zakupy.pl/chassis-xiaomi-mi-electric-scooter-m365-black-original,p,en,52442.html>

- [17] FRISBY, Josh. Electric Scooter Lights: 2 Best LED Headlights & How to Choose. Ellectric Scooter Insider [online]. USA, ©2022, 2.10.2022 [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: <https://www.electricscooterinsider.com/electric-scooter-lights/>
- [18] DAINGADE, Pradeep, Sahil SINGH, Shreyas TAMHANKAR a Mr. R. D. SHELKE. DESIGNING AND MANUFACTURING OF ELECTRIC SCOOTER. International Research Journal of Engineering and Technology [online]. 2020, 2020, 2020(7), 1549 - 1553 [cit. 2022-08-04]. ISSN 2395-0056. Dostupné z: <https://www.irjet.net/archives/V7/i6/IRJET-V7I6288.pdf>
- [19] LESIC. Brushless DC Motor, How it works ?. Youtube [online]. USA, ©2022, 14.10.2014 [cit. 2023-11-18]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=bCEiOnuODac&ab\\_channel=Lesics](https://www.youtube.com/watch?v=bCEiOnuODac&ab_channel=Lesics)
- [20] All Things to Know About Electric Scooter Tires. TurboAnt [online]. USA, ©2022, 13.7.2022 [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: <https://turboant.com/blogs/guides/the-guide-to-electric-scooter-tire>
- [21] FORTUNE, T. Electric Scooter Suspension: Here's Everything You Need to Know. FuturaRide [online]. USA, ©2022, 8.12.2021 [cit. 2022-08-04]. Dostupné z: <https://futaride.com/electric-scooter-suspension-heres-everything-you-need-to-know/>
- [22] TRAJKOVSKI, Matt. 12 Best Electric Scooters With Suspension [Silky-Smooth, Steady Rides]. EScooterNerds [online]. Skopje, ©2022, 7.12.2022 [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: <https://escooternerds.com/best-electric-scooters-with-suspension/>
- [23] MORNEAU, Doug. Best Electric Scooter With Suspension | An Advice from A Pro. Electric Ride LAB [online]. Dearborn, ©2022 [cit. 2023-10-22]. Dostupné z: <https://www.electricridelab.com/best-electric-scooter-with-suspension/#>
- [24] TOLL, Micah. Review: 25 mph Horizon electric scooter offers full suspension for just \$649 [online]. 2019, 1.7.2019 [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: <https://electrek.co/2019/07/01/review-horizon-electric-scooter-full-suspension/>
- [25] Dualtron Spider Electric Scooter. Minimotors [online]. Singapur, ©2022 [cit. 2022-10-10]. Dostupné z: <https://minimotors.sg/product/dualtron-spider/>
- [26] Jak vybrat elektrokoloběžku? Přinášíme průvodce krok za krokem!. Vzdušín [online]. Praha, ©2022 [cit. 2022-08-05]. Dostupné z: <https://www.vzdušin.cz/jak-vybrat-elektrokolobezku>
- [27] Kaabo Wolf KING GT PRO. Voltride [online]. Praha, ©2022 [cit. 2022-08-05]. Dostupné z: <https://www.voltride.cz/cs/elektricke-kolobezky/kaabo-wolf-king-gt-pro>
- [28] Understanding How Electric Skateboards Work. E-Skateboarder [online]. USA, ©2022 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://e-skateboarder.com/how-do-electric-skateboards-work-anatomy-of-eboards-explained/>
- [29] Skateboard, longboard, pennyboard. Jaké jsou rozdíly?. InSportline [online]. Praha, ©2022, 14.10.2015 [cit. 2023-10-30]. Dostupné z: <https://www.insportline.cz/radce/118-skateboard-longboard-pennyboard-jake-jsou-rozdily>
- [30] PHILLIPS, Jerry. Expert Advice What Size Longboard Should i Get Or Longboard Size Chart. Skateboard cave [online]. USA, 2021, 1.9.2021 [cit. 2023-10-22]. Dostupné z: <https://www.skateboardcave.com/what-size-longboard-should-i-get/>
- [31] Vybíráme skateboardové trucky. Skate Pro [online]. Aarhus, ©2022 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.skatepro.cz/a539.htm>
- [32] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 168/2013 ze dne 15. ledna 2013 o schvalování dvoukolových nebo tříkolových vozidel a čtyřkolek a dozoru nad trhem s těmito

vozidly Text s významem pro EHP [online]. Dostupné z:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/pravoou/dokument?celex=32013R0168&date=20201114>

- [33] BRANDEJSKÝ, Tomáš. Právní úprava mikromobility ve vybraných evropských státech [online]. Praha: Kancelář Poslanecké sněmovny, 2021, 23 s. [cit. 2022-10-23]. Studie. ISSN 2533-4131. Dostupné z: <https://public.psp.cz/sqw/text/orig2.sqw?idd=190276>
- [34] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2021/2118 ze dne 24. listopadu 2021, kterou se mění směrnice 2009/103/ES o pojištění občanskoprávní odpovědnosti z provozu motorových vozidel a kontrole povinnosti uzavřít pro případ takové odpovědnosti pojištění [online]. Dostupné z:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/pravoou/dokument/historie?celex=32021L2118&date=0>
- [35] Vyhláška č. 341/2014 Sb., Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích [online]. Dostupné z:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-341>
- [36] HOLUBÁŘ, Adam. Připouští současná právní úprava pohyb elektrokoloběžek tam, kde se s nimi běžně setkáváme? [online]. 2020, 23.11.2020 [cit. 2022-10-23]. Dostupné z:  
<https://www.pravniprostor.cz/clanky/ostatni-pravo/pripousti-soucasna-pravni-uprava-pohyb-elektrokolobezek-tam-kde-se-s-nimi-bezne-setkavame>
- [37] Stanovisko k používání elektrokol [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2017 [cit. 2022-10-23]. Metodický pokyn. Dostupné z:  
[https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ya73JcgR\\_9MJ:https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Silnicni-doprava/Legislativa-silnicni-doprava-\(1\)/Silnicni-doprava-metodika-MD/Metodicky-pokyn\\_elektrokola\\_elekrobezky.docx.aspx&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ya73JcgR_9MJ:https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Silnicni-doprava/Legislativa-silnicni-doprava-(1)/Silnicni-doprava-metodika-MD/Metodicky-pokyn_elektrokola_elekrobezky.docx.aspx&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz)
- [38] Zákon č. 361/2000 Sb., zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>
- [39] Elektrokoloběžky. Besip [online]. Praha, ©2022 [cit. 2022-10-09]. Dostupné z:  
<https://besip.cz/Elektrokolobezky>
- [40] ŠTRÝTROVÁ, Vladimíra. Elektrokoloběžky v silničním provozu [online]. 2021, 8.10.2021 [cit. 2022-10-23]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/elektrokolobezky-v-silnicnim-provozu.aspx>
- [41] RICHTEROVÁ, Michaela. Není koloběžka jako koloběžka [online]. Rakovník, 2021, 3.5.2021 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/neni-kolobezka-jako-kolobezka.aspx>
- [42] Metodika ke kontrole jízdních kol vybavených dodatečně pomocným motorkem (motorová koloběžka) a jízdních kol s elektrickým motorkem [online]. Dostupné z:  
<https://www.minisekwaye.sk/10>
- [43] Vyhláška č. 294/2015 Sb. Vyhláška, kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-294>
- [44] Vyhláška č. 134/2018 Z. z. Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prevádzke vozidiel v cestnej premávke [online]. Dostupné z:  
<https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2018/134/>
- [45] Zákon 8/2009 Z. z o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov [online]. Dostupné z: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2009-8>

- [46] Dział 1 - Przepisy ogólne – Prawo o ruchu drogowym [online]. Dostupné z: <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzu-dziennik-ustaw/prawo-o-ruchu-drogowym-16798732/dz-1>
- [47] Prawa o ruchu drogowym [online]. Dostupné z: <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzu-dziennik-ustaw/prawo-o-ruchu-drogowym-16798732>
- [48] Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 [online]. Dostupné z: <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/api/isap/deeds/WDU20160002022/text.html>
- [49] Nowe przepisy dotyczące hulajnóg elektrycznych i urządzeń transportu osobistego. Ministerstwo Infrastruktury [online]. Warszawa, 2021, 26.01.2021 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/nowe-przepisy-dotyczace-hulajnog-elektrycznych-i-urzadzen-transportu-osobistego>
- [50] KADULA, Lukáš a Jiří VEDRA. Evropští výrobci nechtějí, aby cyklisté svá elektrokola zrychlovali [online]. Brno, 2021, 5.11.2021 [cit. 2022-10-23]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/tisk/evropsti-vyrobci-nechteji-aby-cykliste-sva-elektrokola-zrychlovali/>
- [51] SpeedBox 3.0 B.Tuning pro Bosch. Elektrokola Ostrava [online]. Ostrava, ©2022 [cit. 2022-10-23]. Dostupné z: <https://www.elektrokolaostrava.cz/SpeedBox-3-0-B-Tuning-pro-Bosch-vcetne-Gen4-d3980.htm>
- [52] Programování pohonu Bafang BBS. Jankusport [online]. Přerov, ©2022 [cit. 2022-10-23]. Dostupné z: <https://www.jankusport.cz/Programovani-pohonu-Bafang-BBS-d5337.htm#detail-anchor-description>
- [53] UŽIVATELSKÝ MANUÁL – CZ IN 18518 Elektrická koloběžka inSPORTline Voltero. InSPORTline [online]. Praha, ©2022 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: [https://www.inSPORTline.cz/upload/file/18518\\_manual\\_Elektricka\\_kolobezka\\_inSPORTline\\_Voltero\\_CZ\\_03.pdf](https://www.inSPORTline.cz/upload/file/18518_manual_Elektricka_kolobezka_inSPORTline_Voltero_CZ_03.pdf)
- [54] Návod na mechanické odblokování maximální rychlosti. Specialisté elektrokol [online]. ©2022 [cit. 2022-10-30]. Dostupné z: [https://www.specialisteelektokol.cz/user/related\\_files/x5\\_n\\_vod\\_na\\_odblokov\\_n\\_rychlosti.pdf](https://www.specialisteelektokol.cz/user/related_files/x5_n_vod_na_odblokov_n_rychlosti.pdf)
- [55] REDAKCE VYBERTONEJLEPSI.CZ. Nejrychlejší elektrická koloběžka [online]. Praha, ©2022, 26.9.2021 [cit. 2022-09-09]. Dostupné z: <https://vybertonejlepsi.cz/nejrychlejsi-elektricka-kolobezka/>
- [56] LCD-TF100 DISPLAY WITH THROTTLE FOR S06B/S12B CONTROLLER. BMS Battery [online]. GuangZhou, ©2022 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://bmsbattery.com/home/1132-lcd-tf100-display-with-throttle.html>
- [57] SENCOR SCOOTER. Google Play [online]. USA, ©2022 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.loby.hb.SENCOR&hl=en\\_CA&gl=NL&pli=1](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.loby.hb.SENCOR&hl=en_CA&gl=NL&pli=1)
- [58] DRÁBKOVÁ, Michaela. Prodej elektrokol loni stoupl o 2,5 procenta na 123.000 bicyklů. ELogistika.info [online]. ©2022, 10.1.2022 [cit. 2022-11-01]. Dostupné z: <https://www.elogistika.info/prodej-elektrokol-loni-stoupl-o-25-procenta-na-123-000-bicyklu/>
- [59] SCHERER, Anna-Lena a Manuel MARSILIO. Bicycle And E-Bike Sales Continue To Grow, Reaching Record Levels. CONEBI [online]. Brusel, ©2022, 7.7.2022 [cit. 2022-11-01]. Dostupné z: <https://www.conebi.eu/bicycle-and-e-bike-sales-continue-to-grow-reaching-record-levels/>

- [60] EUROPE E-BIKE MARKET – SIZE, SHARE, COVID-19 IMPACT & FORECASTS UP TO 2029. Mordor Intelligence [online]. Hyderabad: Mordor Intelligence, ©2022 [cit. 2022-10-12]. Dostupné z: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-e-bike-market>
- [61] Rise of e-bikes and speed pedelecs prompt safety questions in Germany and the Netherlands. European Transport Safety Council [online]. Brusel, 2017, 24.10.2017 [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: <https://etsc.eu/rise-of-e-bikes-and-speed-pedelecs-prompt-safety-questions-in-germany-and-the-netherlands/>
- [62] ZHOU, Sheng Ang, Andrew Fu Wah HO, Marcus Eng Hock ONG, et al. Electric bicycle-related injuries presenting to a provincial hospital in China. *Medicine* [online]. 2017, 96(26) [cit. 2022-11-01]. ISSN 0025-7974. Dostupné z: doi:10.1097/MD.0000000000007395
- [63] PETZOLDT, T., K. SCHLEINITZ, J.F. KREMS a T. GEHLERT. Drivers' gap acceptance in front of approaching bicycles – Effects of bicycle speed and bicycle type. *Safety Science* [online]. Elsevier, 2017, 92, 283-289 [cit. 2022-11-02]. ISSN 09257535. Dostupné z: doi:10.1016/j.ssci.2015.07.021
- [64] SCHLEINITZ, Katja, Tibor PETZOLDT, Josef F. KREMS a Tina GEHLERT. The influence of speed, cyclists' age, pedaling frequency, and observer age on observers' time to arrival judgments of approaching bicycles and e-bikes. *Accident Analysis & Prevention* [online]. Elsevier, 2016, 92, 113-121 [cit. 2022-11-08]. ISSN 0001-4575. Dostupné z: doi:10.1016/j.aap.2016.03.020
- [65] GOGOLA, Marian. Are the e-bikes more dangerous than traditional bicycles?. In: 2018 XI International Science-Technical Conference Automotive Safety [online]. IEEE, 2018, 2018, s. 1-4 [cit. 2022-11-08]. ISBN 978-1-5386-4578-9. Dostupné z: doi:10.1109/AUTOSAFE.2018.8373344
- [66] HUERTAS-LEYVA, P., M. DOZZA a N. BALDANZINI. Investigating cycling kinematics and braking maneuvers in the real world: e-bikes make cyclists move faster, brake harder, and experience new conflicts. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* [online]. 2018, 54, 211-222 [cit. 2022-11-08]. ISSN 13698478. Dostupné z: doi:10.1016/j.trf.2018.02.008
- [67] HAUSTEIN, Sonja a Mette MØLLER. E-bike safety: Individual-level factors and incident characteristics. *Journal of Transport & Health* [online]. 2016, 3(3), 386-394 [cit. 2022-11-08]. ISSN 22141405. Dostupné z: doi:10.1016/j.jth.2016.07.001
- [68] Portál nehod: Nehody na elektrokolech tvoří již 11 % všech nehod cyklistů. *Portálnehod.cz* [online]. Praha, 2022, 27.7.2022 [cit. 2023-11-08]. Dostupné z: <https://portalnehod.cz/clanky/portal-nehod-nehody-na-elektrokolech-tvori-jiz-11-vsech-nehod-cyklistu>
- [69] CHORON, Rachel a Joseph SAKRAN. The Integration of Electric Scooters: Useful Technology or Public Health Problem?. *AJPH PERSPECTIVES* [online]. 2019, 2019, (109), 555-556 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <https://web-p-ebsohost-com.ezproxy.lib.vutbr.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=c3c94a8a-f3e5-472b-852f-5f54564b6556%40redis>
- [70] STIGSON, Helena, Iman MALAKUTI a Maria KLINGEGÅRD. Electric scooters accidents: Analyses of two Swedish accident data sets. *Accident Analysis & Prevention* [online]. 2021, 5.10.2021, (163), 1-6 [cit. 2022-07-13]. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0001457521004978#!>

- [71] TRIVEDI, Tarak K., Charles LIU, Anna Liza M. ANTONIO, Natasha WHEATON, Vanessa KREGER, Anna YAP, David SCHRIGER a Joann G. ELMORE. Injuries Associated With Standing Electric Scooter Use. *JAMA Network Open* [online]. 2019, 2(1) [cit. 2022-07-13]. ISSN 2574-3805. Dostupné z: doi:10.1001/jamanetworkopen.2018.7381
- [72] YANG, Hong, Qingyu MA, Zhenyu WANG, Qing CAI, Kun XIE a Di YANG. Safety of micro-mobility: Analysis of E-Scooter crashes by mining news reports. *Accident Analysis & Prevention* [online]. 2020, 143 [cit. 2022-07-15]. ISSN 00014575. Dostupné z: doi:10.1016/j.aap.2020.105608
- [73] SIKKA, N., C. VILA, M. STRATTON, M. GHASSEMI a A. POURMAND. Sharing the sidewalk: A case of E-scooter related pedestrian injury. *The American Journal of Emergency Medicine* [online]. 2019, 37(9), 1807.e5-1807.e7 [cit. 2022-07-15]. ISSN 07356757. Dostupné z: doi:10.1016/j.ajem.2019.06.017
- [74] CHE, Maohao, Kit Meng LUM a Yiik Diew WONG. Users' attitudes on electric scooter riding speed on shared footpath: A virtual reality study. *International Journal of Sustainable Transportation* [online]. 2021, 15(2), 152-161 [cit. 2022-07-23]. ISSN 1556-8318. Dostupné z: doi:10.1080/15568318.2020.1718252
- [75] STEIN, Dominik. Na e-koloběžce v helmě, bez sluchátek, apelují záchranáři. Přibývá nehod. *Idnes* [online]. 2022, 26.6.2022 [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/zdravotni-zachranna-sluzba-policie-straznici-elektricke-kolobezky-e-kolobezky-databaze-evidence-alte.A220621\\_150255\\_domaci\\_ised](https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/zdravotni-zachranna-sluzba-policie-straznici-elektricke-kolobezky-e-kolobezky-databaze-evidence-alte.A220621_150255_domaci_ised)
- [76] Motorized Menance [online]. New York: Good Housekeeping, 2005, 2.11.2017, (2), 75 [cit. 2022-11-11]. ISSN 0017209X. Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/220460660/fulltext/98CF3DC2259A41BCPQ/1?accountid=17115>
- [77] BUSBY, Mattha. Man dies after electric skateboard accident in Oxfordshire. *The Guardian* [online]. Guardian News & Media Limited, 2019, 4.8.2019, 15 [cit. 2022-11-11]. ISSN 02613077. Dostupné z: <https://www.proquest.com/newspapers/man-dies-after-electric-skateboard-accident/docview/2268230804/se-2?accountid=17115>
- [78] COPE, Ralph. How to Ride Your Electric Skateboard Safely. *Linky* [online]. ©2022, 28.4.2022 [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.linkyinnovation.com/electric-skateboard-safety/>
- [79] ŠPAČKOVÁ, Kateřina. Analýza vybraných manévrů cyklistů [online]. Brno, 2021 [cit. 2022-11-11]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/128014>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znaleství ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce Marek Semela.
- [80] GULINO, Michelangelo-Santo, Giovanni ZONFRILLO, Krzysztof DAMAZIAK a Dario VANGI. Exploring Performances of Electric Micro-Mobility Vehicles and Behavioural Patterns of Riders for In-Depth Accident Analysis. *Designs* [online]. 2021, 5(4) [cit. 2022-07-19]. ISSN 2411-9660. Dostupné z: doi:10.3390/designs5040066
- [81] GARMAN, Christina MR, Steven G. COMO, Ian C. CAMPBELL, Jeffrey WISHART, Kevin O'BRIEN a Scott MCLEAN. Micro-Mobility Vehicle Dynamics and Rider Kinematics during Electric Scooter Riding [online]. In: . 2020-04-14, - [cit. 2022-07-23]. Dostupné z: doi:10.4271/2020-01-0935
- [82] Ride Finder. Rider Guide [online]. ©2022 [cit. 2022-11-11]. Dostupné z: <https://compare.riderguide.com/>
- [83] Zero 8. Voltride [online]. ©2022 [cit. 2022-11-03]. Dostupné z: <https://www.voltride.cz/cs/elektricke-kolobezky/zero-8>

- [84] Pliešovský, L. Návrh hnacího ústrojí elektricky poháněného longboardu. Brno, 2022. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 96 s. Vedoucí diplomové práce Jan Fojtášek.
- [85] Mapy.cz. Mapy.cz [online]. 2001, 2023 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)
- [86] Vsett 8. Voltride [online]. ©2022 [cit. 2022-11-03]. Dostupné z: <https://www.voltride.cz/cs/elektricke-kolobezky/vsett-8>

## SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1: Výkonové parametry vybraných elektroloběžek [82] .....	68
Tab. č. 2: Vychýlení se z přímého směru při ohlížení.....	115
Tab. č. 3: Vychýlení se z přímého směru při ohlížení (elektrokola).....	142
Tab. č. 4: Přehledová tabulka elektroloběžky.....	150
Tab. č. 5: Přehledová tabulka elektrokola .....	152



## SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Vývoj podílu nehod elektrokol na celkovém počtu nehod cyklistů [68].....	62
Graf č. 2: Průměrná rychlost na rovince, při slalomu a při odbočování [81] .....	67
Graf č. 3: Dráha a čas při zpomalení [81].....	68
Graf č. 4: Zrychlení vybraných elektrokoloběžek [83] .....	69
Graf č. 5: Zpomalení vybraných elektrokoloběžek [83].....	70
Graf č. 6: Závislost rychlosti jednotlivých módů na čase [84].....	71
Graf č. 7: Průběh zrychlení [84] .....	71
Graf č. 8: Hodnoty brzdného zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 10 km/h .....	95
Graf č. 9: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 10 km/h .....	96
Graf č. 10: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 10 km/h .....	96
Graf č. 11: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 15 km/h .....	97
Graf č. 12: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 15 km/h .....	97
Graf č. 13: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 15 km/h .....	98
Graf č. 14: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 20 km/h .....	98
Graf č. 15: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 20 km/h .....	99
Graf č. 16: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 20 km/h .....	99
Graf č. 17: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 25 km/h .....	100
Graf č. 18: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 25 km/h .....	100
Graf č. 19: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 25 km/h .....	101
Graf č. 20: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 35 km/h .....	101
Graf č. 21: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 45 km/h .....	101
Graf č. 22: Průměrné zrychlení na dráze 20 m.....	102
Graf č. 23: Průměrné zrychlení na dráze 20 m.....	103
Graf č. 24: Dosažená maximální rychlost na dráze 20 m.....	103
Graf č. 25: Dosažená maximální rychlost na dráze 20 m.....	104
Graf č. 26: Maximální dosažená rychlost na dráze 100 m.....	104
Graf č. 27: Maximální dosažená rychlost na dráze 100 m.....	105
Graf č. 28: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vpravo .....	106
Graf č. 29: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vlevo .....	106
Graf č. 30: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vpravo .....	107
Graf č. 31: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vlevo .....	107
Graf č. 32: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vpravo .....	108
Graf č. 33: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vlevo .....	108

Graf č. 34: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vpravo.....	109
Graf č. 35: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vlevo .....	109
Graf č. 36: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vpravo.....	110
Graf č. 37: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vlevo .....	110
Graf č. 38: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vpravo.....	111
Graf č. 39: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vlevo .....	111
Graf č. 40: Průjezd obloukem o poloměru 3 m vpravo .....	112
Graf č. 41: Průjezd obloukem o poloměru 3 m vlevo .....	113
Graf č. 42: Průjezd obloukem o poloměru 6 m vpravo .....	113
Graf č. 43: Průjezd obloukem o poloměru 6 m vlevo .....	114
Graf č. 44: Průjezd obloukem o poloměru 9 m vpravo .....	114
Graf č. 45: Průjezd obloukem o poloměru 9 m vlevo .....	115
Graf č. 46: Příčné zrychlení při rychlosti 10 km/h .....	118
Graf č. 47: Celkový čas manévru při rychlosti 10 km/h .....	118
Graf č. 48: Příčné zrychlení při rychlosti 15 km/h .....	119
Graf č. 49: Celkový čas manévru při rychlosti 15 km/h .....	119
Graf č. 50: Příčné zrychlení při rychlosti 20 km/h .....	120
Graf č. 51: Celkový čas manévru při rychlosti 20 km/h .....	120
Graf č. 52: Příčné zrychlení při rychlosti 25 km/h .....	121
Graf č. 53: Celkový čas manévru při rychlosti 25 km/h .....	121
Graf č. 54: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 10 km/h .....	122
Graf č. 55: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 10 km/h .....	123
Graf č. 56: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 10 km/h.....	123
Graf č. 57: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 15 km/h .....	124
Graf č. 58: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 15 km/h .....	124
Graf č. 59: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 15 km/h.....	125
Graf č. 60: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 20 km/h .....	125
Graf č. 61: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 20 km/h .....	126
Graf č. 62: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 20 km/h.....	126
Graf č. 63: Průměrné brzdné zpomalení při využití zadní brzdy z rychlosti 25 km/h .....	127
Graf č. 64: Průměrné brzdné zpomalení při využití přední brzdy z rychlosti 25 km/h .....	127
Graf č. 65: Průměrné brzdné zpomalení při využití obou brzd z rychlosti 25 km/h.....	128
Graf č. 66: Průměrné zrychlení na dráze 20 m .....	129
Graf č. 67: Průměrné zrychlení na dráze 20 m .....	129
Graf č. 68: Rychlost v bodě 20 m od startu .....	130

Graf č. 69: Rychlost v bodě 20 m od startu.....	130
Graf č. 70: Maximální dosažená rychlost na dráze 100 m .....	131
Graf č. 71: Maximální dosažená rychlost na dráze 100 m .....	131
Graf č. 72: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vpravo .....	132
Graf č. 73: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vpravo .....	133
Graf č. 74: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vlevo .....	133
Graf č. 75: Rozjezd do oblouku o poloměru 3 m vlevo .....	134
Graf č. 76: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů vpravo .....	134
Graf č. 77: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů vpravo .....	135
Graf č. 78: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vlevo .....	135
Graf č. 79: Rozjezd do oblouku o poloměru 6 m vlevo .....	136
Graf č. 80: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vpravo .....	136
Graf č. 81: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vpravo .....	137
Graf č. 82: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vlevo .....	137
Graf č. 83: Rozjezd do oblouku o poloměru 9 m vlevo .....	138
Graf č. 84: Průjezd obloukem o poloměru 3 m vpravo.....	138
Graf č. 85: Průjezd obloukem o poloměru 3 m vlevo.....	139
Graf č. 86: Průjezd obloukem o poloměru 6 m vpravo.....	139
Graf č. 87: Průjezd obloukem o poloměru 6 m vlevo.....	140
Graf č. 88: Průjezd obloukem o poloměru 9 m vpravo.....	140
Graf č. 89: Průjezd obloukem o poloměru 9 m vlevo.....	141
Graf č. 90: Příčné zrychlení při rychlosti 10 km/h .....	143
Graf č. 91: Celkový čas manévru při rychlosti 10 km/h .....	144
Graf č. 92: Příčné zrychlení při rychlosti 15 km/h .....	144
Graf č. 93: Celkový čas manévru při rychlosti 15 km/h .....	145
Graf č. 94: Příčné zrychlení při rychlosti 20 km/h .....	145
Graf č. 95: Celkový čas manévru při rychlosti 20 km/h .....	146
Graf č. 96: Příčné zrychlení při rychlosti 25 km/h .....	146
Graf č. 97: Celkový čas manévru při rychlosti 25 km/h .....	147

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Komponenty jízdního kola [3] .....	16
Obr. č. 2: Konstrukční prvky elektrokoloběžky [86] .....	25
Obr. č. 3: Deck [16] .....	28
Obr. č. 4: Osvětlení elektrokoloběžky [12] .....	28
Obr. č. 5: Schéma funkce bezkartáčového DC elektromotoru [19] .....	29
Obr. č. 6: Typy pneumatik (zleva huštěná, plná, struktura voštiny) [20].....	30
Obr. č. 7: Typy odpružení [22], [23], [24] .....	31
Obr. č. 8: Hydraulické odpružení [17], [24] .....	31
Obr. č. 9: Odpružení s elastomerem [25].....	32
Obr. č. 10: Dětská elektrokoloběžka [26] .....	32
Obr. č. 11: Městská elektrokoloběžka [26].....	33
Obr. č. 12: Terenní elektrokoloběžka kaabo Wolf King GT – [27].....	33
Obr. č. 13: Elektrokoloběžka typu chopper – [26].....	34
Obr. č. 14: Tvarová rozmanitost desek skateboardu/longboardu [30] .....	34
Obr. č. 15: Konstrukce trucku [31] .....	35
Obr. č. 16: Vlevo elektromotor umístěný v kole, vpravo pohon pomocí řemenu [28].....	36
Obr. č. 17: Technické požadavky na elektrokoloběžku [39] .....	41
Obr. č. 18: Dopravní značka „Zákaz vjezdu osobních přepravníků" [43] .....	44
Obr. č. 19: Speedbox pro motor Bosch [51] .....	56
Obr. č. 20: Deaktivace omezovače rychlosti rozpojením drátků [53].....	57
Obr. č. 21: Deaktivace omezovače rychlosti přestřižením drátků [54].....	57
Obr. č. 22: LCD displej [56] .....	58
Obr. č. 23: Aplikace pro elektrokoloběžku Sencor [57] .....	58
Obr. č. 24: Schéma experimentu [63].....	60
Obr. č. 25: Čas mezi řidičovým zahájením manévru a příjezdem cyklisty [63] .....	61
Obr. č. 26: Detail povrchu vozovky [autor].....	72
Obr. č. 27: Místo měření [85] .....	73
Obr. č. 28: Dráha pro rozjezd do oblouku a průjezd obloukem [autor] .....	75
Obr. č. 29: Polygon pro příčné přemístění [autor] .....	76
Obr. č. 30: Polygon pro ohlížení se [autor] .....	77
Obr. č. 31: Xiaomi Mi Pro 2 [Autor] .....	78
Obr. č. 32: Detail pneumatiky [Autor].....	78
Obr. č. 33: Elektrokoloběžka Bolt [Autor].....	79

Obr. č. 34: Detail pneumatiky [Autor].....	79
Obr. č. 35: Elektrokoloběžka Lime [Autor] .....	80
Obr. č. 36: Detail pneumatiky [Autor].....	80
Obr. č. 37: Elektrokoloběžka Xiaomi chipovaná [Autor] .....	81
Obr. č. 38: Detail pneumatiky [Autor].....	81
Obr. č. 39: Elektrokoloběžka Ninebot G30 [Autor] .....	82
Obr. č. 40: Detail pneumatiky [Autor].....	82
Obr. č. 41: Elektrokoloběžka E-TWOW [Autor] .....	83
Obr. č. 42: Detail pneumatiky [Autor].....	83
Obr. č. 43: Elektrokoloběžka Vsett 8 [Autor].....	84
Obr. č. 44: Detail pneumatiky [Autor].....	84
Obr. č. 45: Elektrokoloběžka Dualtron [Autor] .....	85
Obr. č. 46: Detail pneumatiky [Autor].....	85
Obr. č. 47: Elektrokoloběžka Inokim OXO [Autor] .....	86
Obr. č. 48: Detail pneumatiky [Autor].....	86
Obr. č. 49: Elektrokoloběžka Inokim OXO [Autor] .....	87
Obr. č. 50: Detail pneumatiky [Autor].....	87
Obr. č. 51: Elektrokolo E-totem Voyage [Autor] .....	88
Obr. č. 52: Elektrokolo Specialized Turbo Levo [Autor].....	89
Obr. č. 53: Detail pneumatiky [Autor].....	89
Obr. č. 54: Elektrokolo Crussis E-Atland [Autor].....	90
Obr. č. 55: Detail pneumatiky [Autor].....	90
Obr. č. 56: Elektrokolo Leader Fox Venosa Lady [Autor] .....	91
Obr. č. 57: Detail pneumatiky [Autor].....	91
Obr. č. 58: Crussis E-cross [Autor].....	92
Obr. č. 59: Detail pneumatiky [Autor].....	92
Obr. č. 60: Crussis E-cross Lady [Autor] .....	93
Obr. č. 61: Detail pneumatiky [Autor].....	93
Obr. č. 62: Měřicí kolečko [autor].....	94
Obr. č. 63: Datalogger a audiovizuální technika [autor] .....	94

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1: Hodnoty brzdného zpomalení – elektrokoloběžky

Příloha č. 2: Hodnoty zrychlení a průběhy zrychlení – elektrokoloběžky

Příloha č. 3: Rozjezdy do oblouků – elektrokoloběžky

Příloha č. 4: Hodnoty příčného přemístění – elektrokoloběžky

Příloha č. 5: Hodnoty brzdného zpomalení – elektrokola

Příloha č. 6: Hodnoty zrychlení a průběhy zrychlení – elektrokola

Příloha č. 7: Rozjezdy do oblouků – elektrokola

Příloha č. 8: Hodnoty příčného přemístění – elektrokola

Příloha č. 1: Hodnoty brzdného zpomalení – elektrokoloběžky

Elektrokoloběžka	Rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [m/s]	Brzda	Brzdná dráha	Průměrné zpomalení [m/s <sup>2</sup> ]
Vsett 8	10	10,15	2,82	Zadní	1,73	2,30
		11,84	3,29	Přední	3,31	1,63
		9,09	2,53	Obě	1,30	2,45
	15	14,00	3,89	Zadní	3,71	2,04
		13,70	3,81	Přední	3,58	2,02
		13,23	3,68	Obě	2,11	3,20
	20	19,46	5,41	Zadní	5,90	2,48
		19,74	5,48	Přední	7,45	2,02
		19,79	5,50	Obě	4,70	3,21
Bolt, 1 jezdec	10	9,80	2,72	Zadní	1,85	2,00
	15	15,69	4,36	Zadní	4,45	2,13
	20	19,07	5,30	Zadní	5,03	2,79
Bolt, 2 jezdci	10	10,97	3,05	Zadní	3,10	1,50
	15	14,68	4,08	Zadní	4,78	1,74
	20	18,00	5,00	Zadní	6,26	2,00
Lime	10	9,01	2,50	Zadní	1,21	2,59
	15	14,79	4,11	Zadní	2,70	3,13
	20	18,84	5,23	Zadní	3,62	3,78
	25	24,00	6,67	Zadní	5,62	3,95
Xiaomi Mi Pro 2	10	13,47	3,74	Zadní	2,55	2,75
	15	17,76	4,93	Zadní	4,30	2,83
	20	21,46	5,96	Zadní	5,73	3,10
Ninebot G30, čipovaná	10	11,09	3,08	Zadní	1,68	2,82
	15	16,48	4,58	Zadní	4,02	2,61
	20	22,72	6,31	Zadní	6,69	2,98
	25	25,46	7,07	Zadní	9,24	2,71
Xiaomi Mi Pro 2, čipovaná	10	10,46	2,91	Zadní	1,49	2,83
	15	16,57	4,60	Zadní	3,38	3,13
	20	19,89	5,53	Zadní	4,80	3,18
	25	25,75	7,15	Zadní	8,18	3,13
E-TWOW	10	10,80	3,00	Nožní	2,14	2,10
		10,49	2,91	Motorová	3,34	1,27
		8,24	2,29	Obě	1,26	2,08
	15	16,29	4,53	Nožní	4,47	2,29
		16,61	4,61	Motorová	6,58	1,33
		15,58	4,33	Obě	4,38	2,14
	20	20,41	5,67	Nožní	7,22	2,23
		19,65	5,46	Motorová	9,10	1,64
		18,75	5,21	Obě	7,10	1,91
	25	23,79	6,61	Nožní	11,97	1,82
		24,54	6,82	Motorová	13,20	1,76
		23,96	6,66	Obě	8,92	2,48

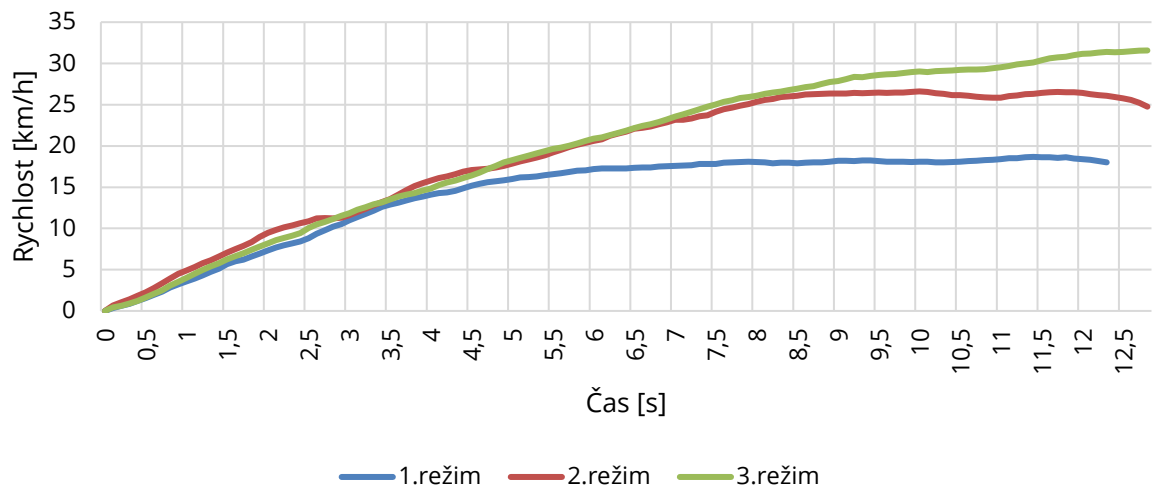
Elektrokoloběžka	Rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [m/s]	Brzda	Brzdná dráha	Průměrné zpomalení [m/s <sup>2</sup> ]
Vsett 10	10	9,75	2,71	Zadní	1,42	2,58
		10,05	2,79	Přední	1,13	3,45
		10,29	2,86	Obě	0,75	5,45
	15	15,00	4,17	Zadní	2,83	3,07
		14,15	3,93	Přední	2,17	3,56
		16,54	4,59	Obě	2,07	5,10
	20	18,91	5,25	Zadní	4,34	3,18
		21,58	5,99	Přední	5,16	3,48
		20,70	5,75	Obě	3,82	4,33
	25	25,07	6,96	Zadní	6,94	3,49
		25,17	6,99	Přední	6,77	3,61
		25,75	7,15	Obě	5,68	4,50
	30	30,68	8,52	Zadní	10,27	3,54
		25,08	6,97	Přední	8,46	2,87
		30,10	8,36	Obě	8,22	4,25
	35	34,14	9,48	Zadní	14,64	3,07
		35,37	9,83	Přední	17,94	2,69
		35,07	9,74	Obě	11,85	4,00
45	45,42	12,62	Obě	20,70	3,84	
Dualtron Mini	10	9,69	2,69	Zadní	1,34	2,70
		9,74	2,71	Přední	1,02	3,70
		10,12	2,81	Obě	0,77	5,13
	15	16,28	4,52	Zadní	3,30	3,10
		15,33	4,26	Přední	2,00	4,53
		15,33	4,26	Obě	1,74	5,21
	20	19,72	5,48	Zadní	3,44	4,36
		20,50	5,69	Přední	3,30	4,91
		17,64	4,90	Obě	1,94	6,19
	25	25,69	7,14	Zadní	7,20	3,54
		25,47	7,08	Přední	4,66	5,37
		25,59	7,11	Obě	3,70	6,83
35	36,54	10,15	Obě	9,38	5,49	
Inokim OXO	10	10,61	2,95	Zadní	1,06	4,10
		10,63	2,95	Přední	0,59	7,39
		11,55	3,21	Obě	0,63	8,17
	15	14,78	4,11	Zadní	2,32	3,63
		14,49	4,03	Přední	1,11	7,30
		15,24	4,23	Obě	1,00	8,96
	20	20,85	5,79	Zadní	4,37	3,84
		19,55	5,43	Přední	2,74	5,38
		19,00	5,28	Obě	2,10	6,63
	25	25,03	6,95	Zadní	6,61	3,66
		24,46	6,79	Přední	3,99	5,79
		24,35	6,76	Obě	3,08	7,43
	30	29,25	8,13	Obě	6,17	5,35
	35	35,16	9,77	Obě	7,91	6,03
40	38,42	10,67	Obě	10,37	5,49	
45	43,16	11,99	Obě	13,32	5,40	



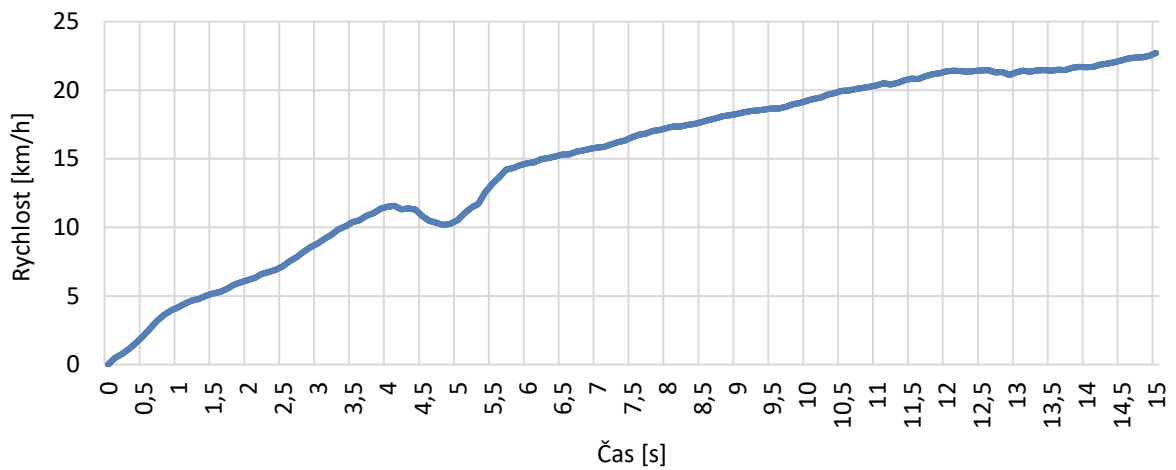
Příloha č. 2: Hodnoty zrychlení a průběhy zrychlení – elektrokoběžky

Elektrokoběžka	Režim	Zrychlení [m/s <sup>2</sup> ]	rychlost po 20 m [km/h]	Dráha [m]	Čas [s]	Maximální dosažená rychlost na dráze 150 m [km/h]
Vsett 8	1. režim	0,73	17,43	20	6,33	19,18
	2. režim	0,96	19,16	20	5,27	26,92
	3. režim	0,98	21,35	20	5,89	34,38
Bolt, 1 jezdec	1. režim	0,83	18,82	20	6,00	22,78
Bolt, 2 jezdcí	1. režim	0,40	13,42	20	9,05	19,78
Lime	1. režim	0,59	16,06	20	7,17	25,02
Xiaomi Mi Pro 2	1. režim	0,42	11,69	20	7,66	14,11
	2. režim	0,65	16,13	20	6,59	18,56
	3. režim	0,89	19,11	20	5,55	22,61
Ninebot G30, čipovaná	1. režim	0,39	11,59	20	7,93	15,48
	2. režim	0,64	16,29	20	6,50	23,27
	3. režim	0,99	18,90	20	5,25	29,51
Xiaomi Mi Pro 2, čipovaná	1. režim	0,59	14,07	20	6,65	18,00
	2. režim	0,94	19,67	20	5,48	25,41
	3. režim	1,25	23,20	20	5,05	32,80
E-TWOW	1. režim	0,77	17,73	20	5,77	24,59
Vsett 10	1. režim	2,21	33,00	20	4,06	41,79
	2. režim	2,07	31,86	20	4,02	44,06
	3. režim	2,14	32,12	20	4,04	46,26
Dualtron Mini	1. režim	0,68	15,62	20	6,27	16,25
	2. režim	1,05	21,29	20	5,28	36,18
	3. režim	1,06	21,11	20	5,30	36,00
Inokim OXO	1. režim	0,91	17,43	20	4,38	18,81
	2. režim	2,04	30,24	20	3,91	39,28
	3. režim	2,06	30,50	20	3,90	53,92

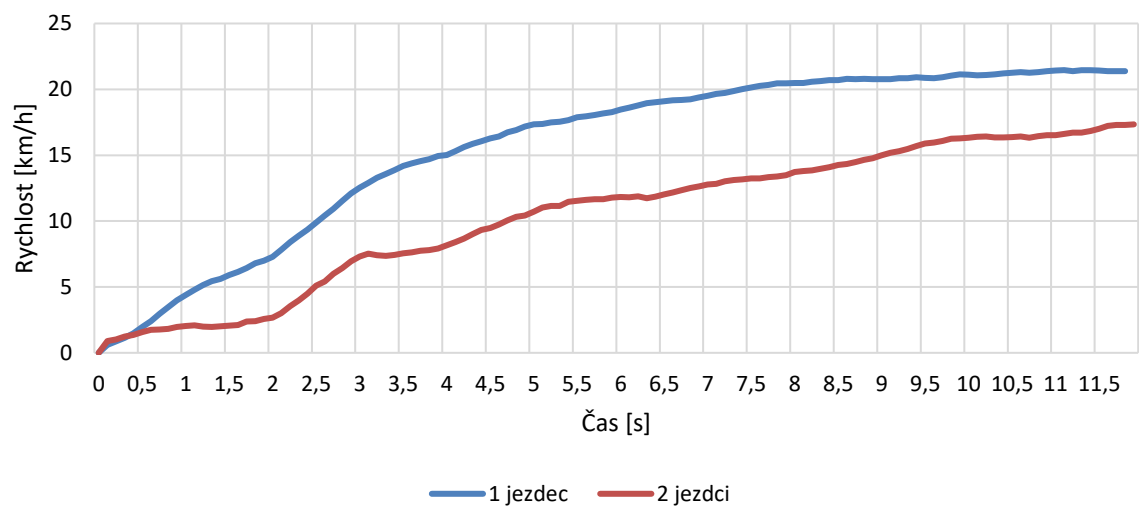
Závislost rychlosti na čase - elektrokoloběžka Vsett 8



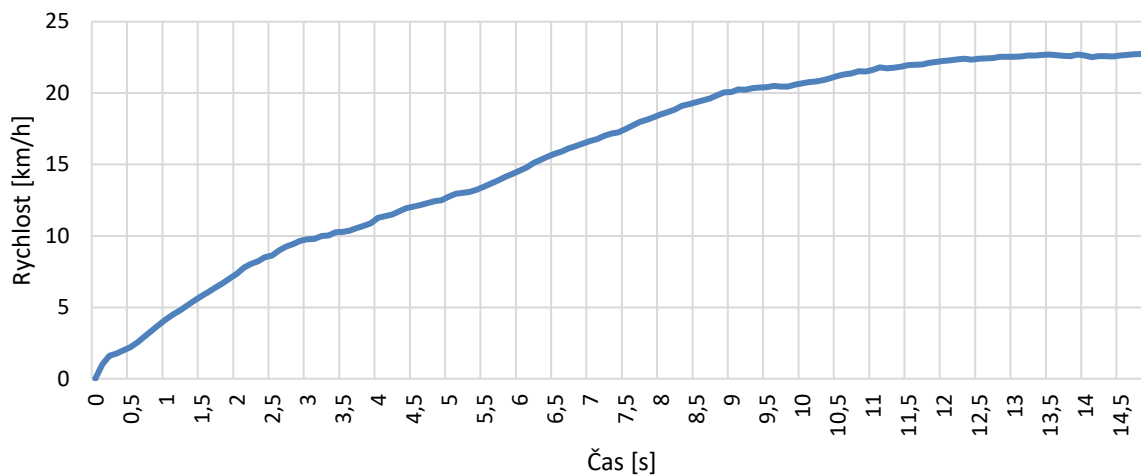
Závislost rychlosti na čase - elektrokoloběžka Lime



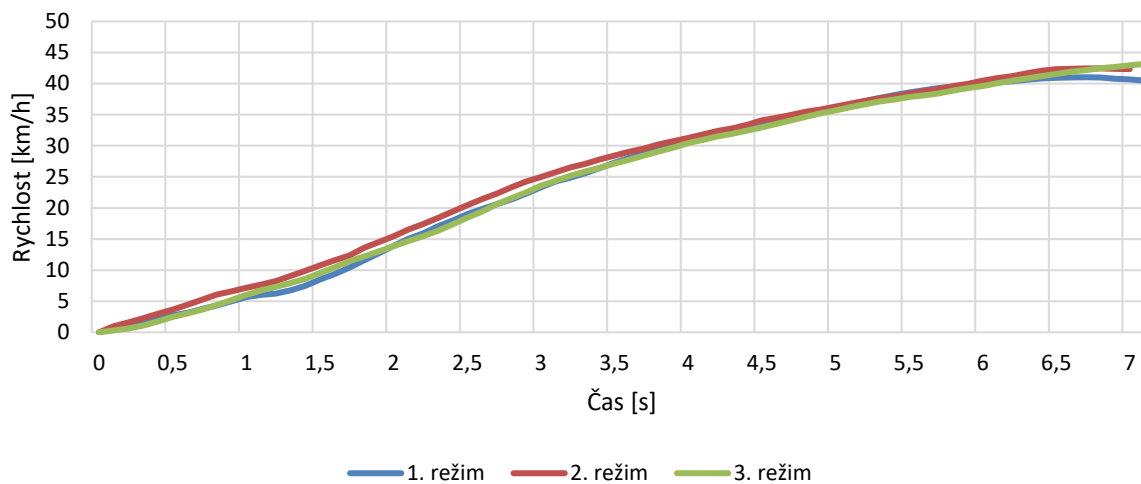
Závislost rychlosti na čase - elektrokoloběžka Bolt



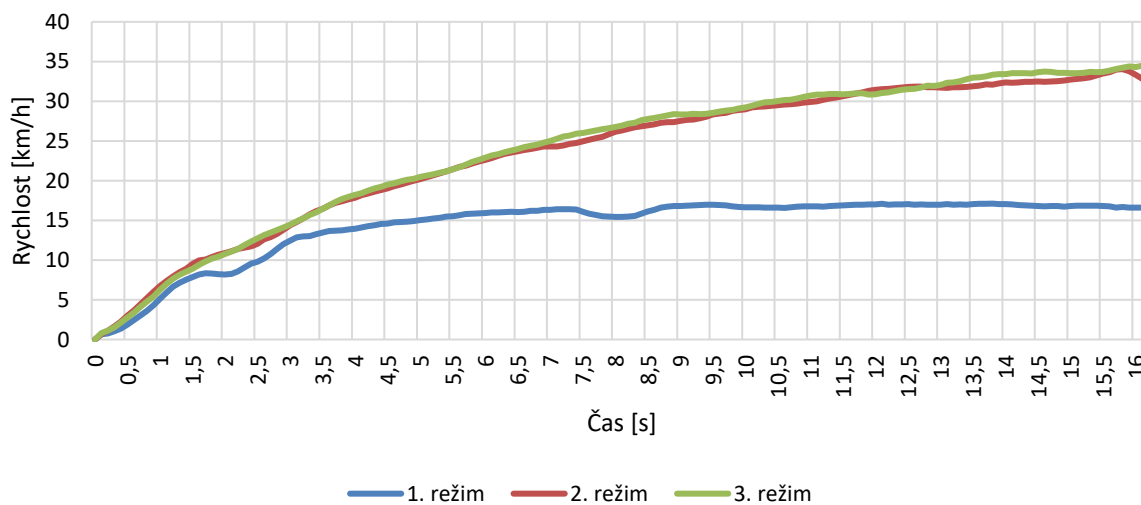
Závislost rychlosti na čase - elektrokoloběžka E-TWOW



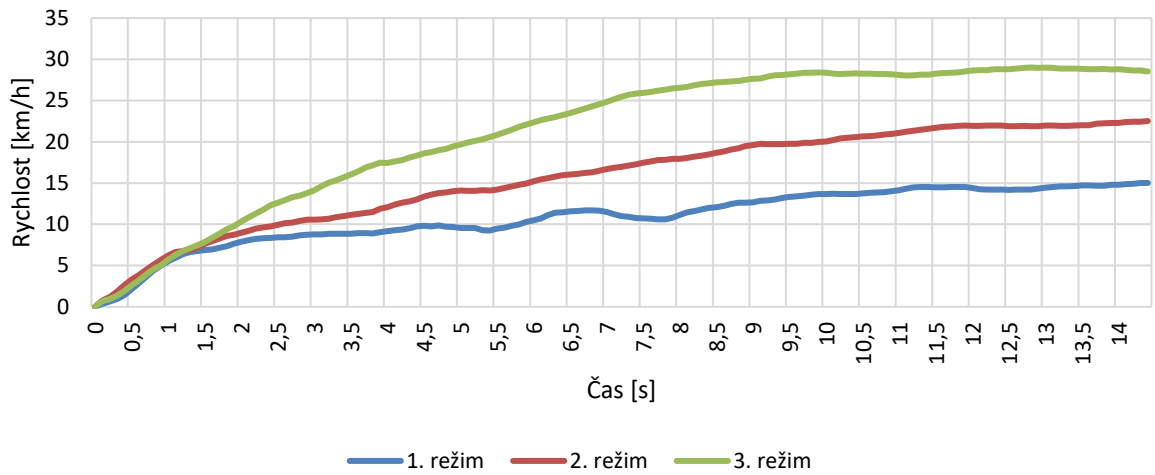
Závislost rychlosti na čase - elektrokoloběžka Vsett 10



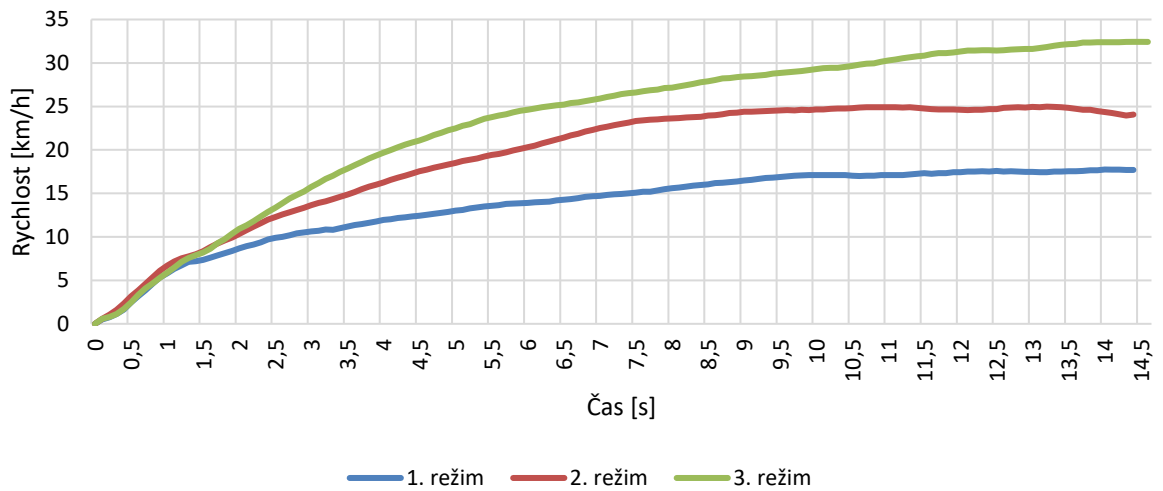
Závislost rychlosti na čase - elektrokoloběžka Dualtron Mini



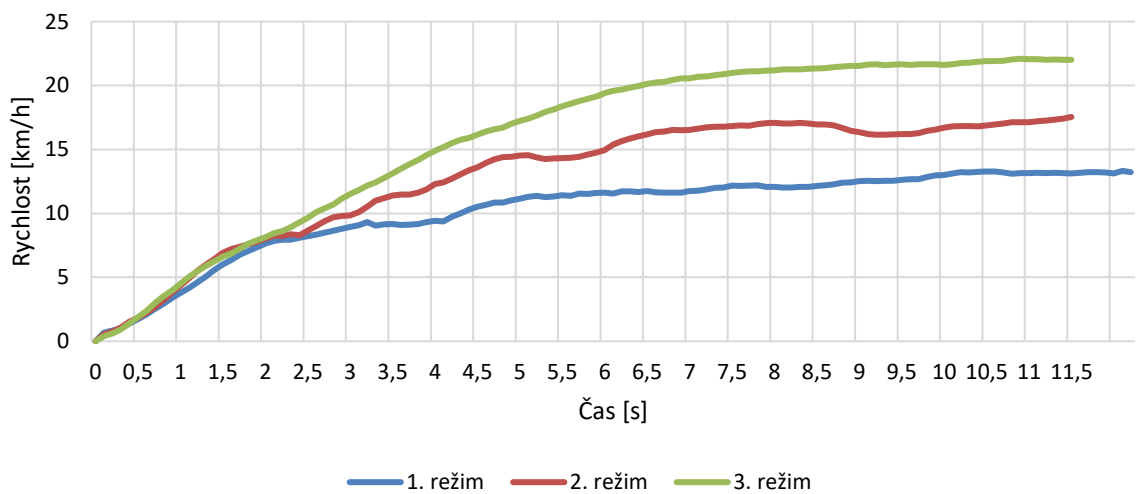
Závislost rychlosti na čase - elektrokoloběžka Ninebot G30, čipovaná



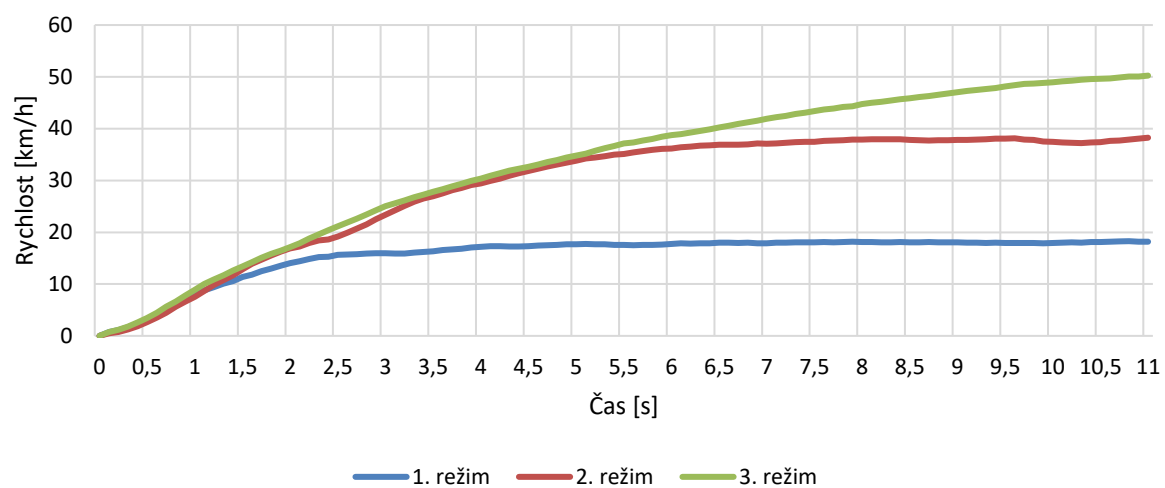
Závislost rychlosti na čase - elektrokoloběžka Xiaomi Scooter pro 2, čipovaná



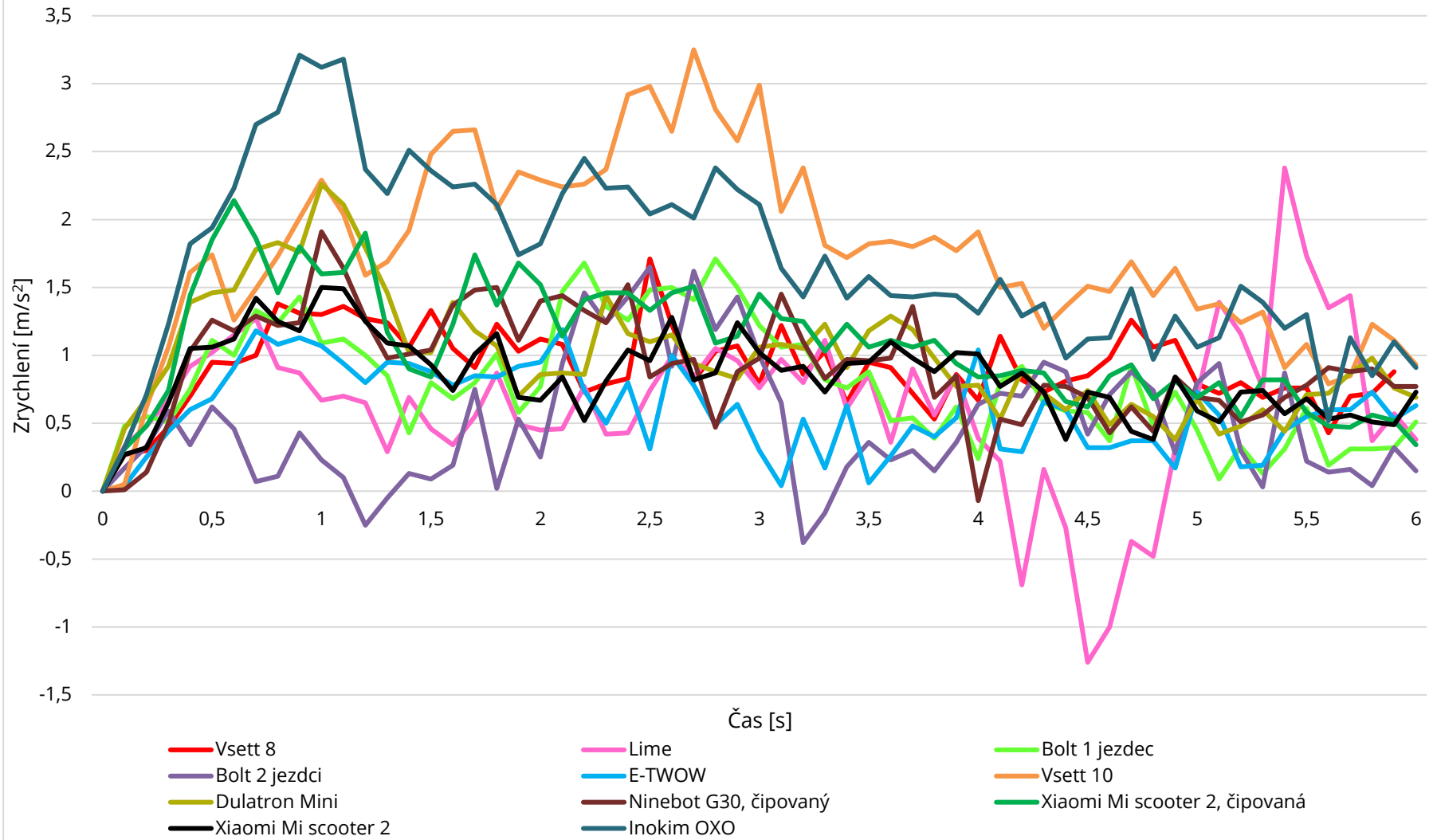
Závislost rychlosti na čase - elektrokoloběžka Xiaomi Scooter pro 2



Závislost rychlosti na čase - elektrokoloběžka Inokim OXO



Závislost zrychlení na čase - elektrokoloběžky (nejvyšší jízdní režim)



Příloha č. 3: Rozjezdy do oblouků – elektrokoloběžky

Rozjezd do oblouku o poloměru 3 metry vpravo										
Elektrokoloběžka	vzdálenost [m]	Čas [s]								
		0	1	2	3	4	4,72	5	6	6,72
Vsett 8	1. režim	0,00	1,06	1,52	1,93	2,26	2,50	2,54	2,85	3,08
	2. režim	0,00	1,13	1,65	2,11	2,50	2,74	2,80	3,11	3,36
	3. režim	0,00	1,12	1,62	2,02	2,38	2,62	2,70	3,00	3,25
Bolt, 1 jezdec	1. režim	0,00	0,96	1,38	1,77	2,11	2,32	2,41	2,68	2,93
Bolt, 2 jezdci	1. režim	0,00	1,71	2,44	3,05	3,55	3,88	4,02	4,49	4,76
Lime	1. režim	0,00	0,95	1,56	2,08	2,50	2,84	2,95	3,24	3,45
Xiaomi Mi Pro 2	1. režim	0,00	0,88	1,43	1,91	2,30	2,70	2,74	3,14	3,45
	2. režim	0,00	1,10	1,60	2,07	2,33	2,68	2,75	3,10	3,30
	3. režim	0,00	0,83	1,33	1,76	2,09	2,34	2,44	2,72	2,90
Ninebot G30, čipovaná	1. režim	0,00	0,78	1,38	1,98	2,60	3,12	3,23	3,81	4,31
	2. režim	0,00	0,80	1,40	1,92	2,45	2,82	2,90	3,34	3,68
	3. režim	0,00	0,72	1,19	1,60	1,97	2,28	2,33	2,57	2,84
Xiaomi Mi Pro 2, čipovaná	1. režim	0,00	0,90	1,45	1,93	2,30	2,59	2,69	3,08	3,41
	2. režim	0,00	0,92	1,40	1,82	2,17	2,38	2,44	2,73	2,98
	3. režim	0,00	0,82	1,29	1,65	2,00	2,24	2,28	2,51	2,77
E-TWOW	1. režim	0,00	0,83	1,40	1,86	2,26	2,55	2,63	2,95	3,25
Vsett 10	1. režim	0,00	0,80	1,40	1,77	2,10	2,31	2,38	2,68	2,94
	2. režim	0,00	0,81	1,30	1,65	1,93	2,12	2,18	2,40	2,60
	3. režim	0,00	0,73	1,16	1,47	1,72	1,91	1,95	2,14	2,30
Dualtron mini	1. režim	0,00	0,67	1,09	1,43	1,71	1,95	2,01	2,29	2,62
	2. režim	0,00	0,71	1,10	1,43	1,72	1,92	1,98	2,26	2,46
	3. režim	0,00	0,63	1,06	1,40	1,67	1,88	1,93	2,20	2,42
Inokim OXO	1. režim	0,00	0,90	1,28	1,60	1,91	2,19	2,29	2,61	2,81
	2. režim	0,00	0,81	1,26	1,66	1,99	2,18	2,25	2,49	2,70
	3. režim	0,00	0,79	1,22	1,61	1,91	2,10	2,17	2,37	2,56

<b>Rozjezd do oblouku o poloměru 3 metry vlevo</b>										
Elektrokoloběžka	Vzdálenost [m]	Čas [s]								
		0	1	2	3	4	4,72	5	6	6,72
Vsett 8	1. režim	0,00	1,10	1,59	1,98	2,32	2,58	2,66	2,93	3,16
	2. režim	0,00	1,01	1,51	1,85	2,15	2,35	2,40	2,69	2,88
	3. režim	0,00	1,08	1,58	1,94	2,24	2,50	2,57	2,87	3,10
Bolt, 1 jezdec	1. režim	0,00	0,95	1,40	1,76	2,04	2,28	2,35	2,63	2,86
Bolt, 2 jezdcí	1. režim	0,00	1,42	2,12	2,72	3,22	3,52	3,63	4,04	4,33
Lime	1. režim	0,00	0,83	1,41	1,92	2,34	2,66	2,78	3,07	3,26
Xiaomi Mi Pro 2	1. režim	0,00	1,26	1,72	2,27	2,64	2,72	2,86	3,21	3,36
	2. režim	0,00	1,00	1,53	1,99	2,38	2,60	2,90	3,20	3,33
	3. režim	0,00	0,95	1,43	1,79	2,18	2,43	2,51	2,81	2,88
Ninebot G30, čipovaná	1. režim	0,00	0,86	1,53	2,03	2,57	3,07	3,20	3,71	4,15
	2. režim	0,00	0,86	1,35	1,76	2,12	2,42	2,53	2,86	3,14
	3. režim	0,00	0,82	1,27	1,64	1,99	2,30	2,35	2,58	2,76
Xiaomi Mi Pro 2, čipovaná	1. režim	0,00	0,87	1,40	1,85	2,22	2,57	2,66	3,01	3,32
	2. režim	0,00	0,91	1,39	1,75	2,09	2,34	2,42	2,66	2,93
	3. režim	0,00	0,88	1,35	1,65	1,97	2,19	2,23	2,49	2,67
E-TWOW	1. režim	0,00	0,97	1,48	1,89	2,28	2,56	2,64	2,95	3,26
Vsett 10	1. režim	0,00	0,70	1,28	1,69	2,11	2,39	2,46	2,74	2,99
	2. režim	0,00	0,74	1,18	1,61	2,05	2,34	2,40	2,69	2,91
	3. režim	0,00	0,73	1,17	1,55	1,88	2,19	2,27	2,61	2,92
Dualtron mini	1. režim	0,00	0,67	1,07	1,39	1,69	1,92	1,99	2,26	2,44
	2. režim	0,00	0,62	1,00	1,33	1,61	1,89	1,93	2,15	2,36
	3. režim	0,00	0,64	1,05	1,38	1,66	1,89	1,96	2,20	2,40
Inokim OXO	1. režim	0,00	0,76	1,17	1,53	1,80	2,03	2,08	2,34	2,55
	2. režim	0,00	0,86	1,23	1,59	1,86	2,00	2,07	2,30	2,46
	3. režim	0,00	0,80	1,13	1,42	1,67	1,89	1,94	2,15	2,34



Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů vpravo															
Elektrokoloběžka	vzdálenost [m]	Čas [s]													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,42	10	11	11,42
Vsett 8	1. režim	0,00	1,13	1,62	2,00	2,40	2,70	3,00	3,30	3,60	3,82	3,93	4,07	4,30	4,41
	2. režim	0,00	1,23	1,74	2,19	2,57	2,87	3,19	3,50	3,77	4,01	4,12	4,25	4,50	4,61
	3. režim	0,00	1,03	1,47	1,90	2,24	2,55	2,83	3,11	3,40	3,64	3,75	3,90	4,12	4,22
Bolt, 1 jezdec	1. režim	0,00	0,80	1,29	1,66	2,01	2,31	2,61	2,92	3,18	3,42	3,55	3,73	4,00	4,10
Bolt, 2 jezdcí	1. režim	0,00	1,38	1,98	2,53	3,03	3,49	3,93	4,33	4,70	5,04	5,19	5,39	5,73	5,86
Lime	1. režim	0,00	1,03	1,54	1,99	2,39	2,76	3,11	3,42	3,76	4,06	4,18	4,31	4,59	4,75
Xiaomi Mi Pro 2	1. režim	0,00	0,95	1,38	1,79	2,17	2,54	2,87	3,22	3,60	3,90	4,04	4,23	4,61	4,78
	2. režim	0,00	1,00	1,50	2,00	2,35	2,69	3,06	3,37	3,69	3,95	4,07	4,23	4,51	4,66
	3. režim	0,00	0,87	1,39	1,85	2,21	2,55	2,83	3,10	3,36	3,61	3,70	3,83	4,06	4,16
Ninebot G30, čipovaná	1. režim	0,00	0,79	1,35	1,91	2,50	3,03	3,61	4,18	4,73	5,23	5,51	5,76	6,28	6,54
	2. režim	0,00	0,90	1,44	1,95	2,45	2,88	3,26	3,69	4,04	4,37	4,53	4,71	5,04	5,18
	3. režim	0,00	0,83	1,35	1,81	2,17	2,51	2,79	3,06	3,32	3,57	3,66	3,79	4,02	4,12
Xiaomi Mi Pro 2, čipovaná	1. režim	0,00	0,86	1,37	1,77	2,21	2,59	2,98	3,37	3,71	4,06	4,25	4,40	4,71	4,89
	2. režim	0,00	0,88	1,38	1,76	2,11	2,42	2,73	3,02	3,28	3,51	3,63	3,77	4,03	4,14
	3. režim	0,00	0,97	1,45	1,79	2,08	2,40	2,65	2,89	3,12	3,30	3,37	3,49	3,72	3,78
E-TWOW	1. režim	0,00	0,97	1,48	1,95	2,32	2,67	2,98	3,31	3,61	3,87	3,99	4,17	4,39	4,50
Vsett 10	1. režim	0,00	0,75	1,17	1,51	1,74	1,95	2,16	2,42	2,64	2,89	2,99	3,14	3,41	3,51
	2. režim	0,00	0,76	1,20	1,51	1,76	1,98	2,17	2,41	2,65	2,90	2,99	3,14	3,43	3,53
	3. režim	0,00	0,64	1,23	1,58	1,87	2,09	2,32	2,56	2,84	3,05	3,13	3,39	3,52	3,62
Dualtron mini	1. režim	0,00	0,66	1,13	1,49	1,78	2,09	2,34	2,60	2,90	3,12	3,20	3,36	3,60	3,71
	2. režim	0,00	0,60	1,00	1,37	1,68	1,95	2,20	2,47	2,71	2,91	3,01	3,15	3,38	3,46
	3. režim	0,00	0,68	1,07	1,41	1,71	1,98	2,23	2,49	2,71	2,92	3,01	3,16	3,37	3,48
Inokim OXO	1. režim	0,00	0,70	1,07	1,32	1,57	1,83	2,05	2,27	2,49	2,69	2,78	2,91	3,12	3,21
	2. režim	0,00	0,70	1,00	1,28	1,52	1,72	1,90	2,12	2,27	2,44	2,53	2,61	2,78	2,84
	3. režim	0,00	0,74	1,09	1,34	1,59	1,79	1,95	2,12	2,30	2,46	2,53	2,64	2,78	2,83

Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů vlevo															
Elektrokoloběžka	vzdálenost [m]	Čas [s]													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,42	10	11	11,42
Vsett 8	1. režim	0,00	1,05	1,60	2,05	2,41	2,74	3,03	3,32	3,55	3,80	3,91	4,05	4,20	4,36
	2. režim	0,00	1,05	1,56	1,95	2,33	2,65	2,95	3,21	3,45	3,70	3,80	3,93	4,13	4,25
	3. režim	0,00	1,00	1,51	1,91	2,20	2,58	2,87	3,16	3,40	3,63	3,75	3,85	4,06	4,19
Bolt, 1 jezdec	1. režim	0,00	0,97	1,38	1,76	2,05	2,35	2,65	2,93	3,17	3,40	3,53	3,62	3,82	3,86
Bolt, 2 jezdci	1. režim	0,00	1,58	2,11	2,63	3,03	3,43	3,76	4,15	4,43	4,74	4,87	5,03	5,28	5,41
Lime	1. režim	0,00	0,85	1,37	1,81	2,21	2,57	2,85	3,16	3,42	3,72	3,87	4,01	4,26	4,41
Xiaomi Mi Pro 2	1. režim	0,00	1,01	1,46	1,84	2,16	2,50	2,78	3,10	3,41	3,69	3,82	3,99	4,23	4,40
	2. režim	0,00	1,00	1,40	1,74	2,09	2,43	2,72	3,02	3,29	3,53	3,69	3,80	4,04	4,17
	3. režim	0,00	0,95	1,40	1,80	2,17	2,46	2,73	3,02	3,29	3,52	3,61	3,79	3,95	4,03
Ninebot G30, čipovaná	1. režim	0,00	0,76	1,30	1,81	2,38	2,88	3,37	3,84	4,31	4,76	4,96	5,19	5,54	5,79
	2. režim	0,00	0,73	1,30	1,78	2,17	2,61	2,94	3,32	3,61	3,94	4,07	4,22	4,51	4,65
	3. režim	0,00	0,91	1,33	1,70	2,05	2,35	2,60	2,86	3,09	3,34	3,40	3,54	3,73	3,85
Xiaomi Mi Pro 2, čipovaná	1. režim	0,00	0,87	1,37	1,83	2,26	2,66	3,02	3,39	3,75	4,10	4,27	4,14	4,70	4,88
	2. režim	0,00	0,87	1,29	1,73	2,08	2,39	2,68	2,94	3,23	3,48	3,61	3,73	3,93	4,08
	3. režim	0,00	0,88	1,29	1,68	2,00	2,27	2,52	2,77	3,00	3,18	3,34	3,41	3,60	3,72
E-TWOW	1. režim	0,00	1,01	1,56	2,00	2,38	2,72	3,04	3,35	3,65	3,91	4,05	4,21	4,41	4,55
Vsett 10	1. režim	0,00	0,68	1,12	1,43	1,77	2,09	2,35	2,61	2,88	3,16	3,25	3,41	3,67	3,83
	2. režim	0,00	0,67	1,15	1,51	1,78	2,10	2,37	2,65	2,89	3,13	3,23	3,39	3,59	3,72
	3. režim	0,00	0,65	1,16	1,50	1,77	2,00	2,25	2,51	2,77	3,00	3,10	3,22	3,41	3,53
Dualtron mini	1. režim	0,00	0,72	1,14	1,53	1,82	2,13	2,40	2,66	2,90	3,16	3,27	3,40	3,60	3,73
	2. režim	0,00	0,61	1,01	1,35	1,69	1,95	2,20	2,46	2,69	2,91	3,03	3,14	3,31	3,46
	3. režim	0,00	0,60	1,03	1,38	1,67	1,93	2,21	2,45	2,68	2,90	2,99	3,13	3,29	3,40
Inokim OXO	1. režim	0,00	0,78	1,12	1,45	1,71	1,95	2,15	2,39	2,60	2,81	2,91	3,02	3,21	3,32
	2. režim	0,00	0,71	1,05	1,31	1,55	1,74	1,94	2,12	2,28	2,48	2,54	2,62	2,74	2,83
	3. režim	0,00	0,78	1,09	1,39	1,60	1,81	1,98	2,19	2,35	2,50	2,57	2,67	2,78	2,87

Rozjezd do oblouku o poloměru 9 metrů vpravo																				
Elektrokoloběžka	vzdálenost [m]	Čas [s]																		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14,13	15	16	16,13
Vsett 8	1. režim	0,00	1,00	1,46	1,86	2,24	2,54	2,87	3,17	3,44	3,68	3,92	4,18	4,40	4,64	4,86	4,88	5,08	5,30	5,35
	2. režim	0,00	1,10	1,60	2,00	2,30	2,75	3,00	3,30	3,60	3,89	4,10	4,30	4,59	4,80	5,00	5,09	5,27	5,47	5,50
	3. režim	0,00	0,98	1,48	1,87	2,23	2,53	2,86	3,17	3,43	3,69	3,92	4,15	4,40	4,60	4,83	4,87	5,08	5,13	5,28
Bolt, 1 jezdec	1. režim	0,00	0,90	1,39	1,76	2,11	2,42	2,72	2,99	3,29	3,55	3,79	4,03	4,27	4,53	4,80	4,85	4,96	5,17	5,22
Bolt, 2 jezdcí	1. režim	0,00	1,40	2,13	2,66	3,10	3,57	4,03	4,42	4,78	5,13	5,46	5,79	6,12	6,45	6,72	6,80	7,01	7,10	7,18
Lime	1. režim	0,00	0,79	1,30	1,72	2,11	2,48	2,82	3,13	3,48	3,75	4,01	4,29	4,58	4,88	5,32	5,38	5,60	5,88	5,91
Xiaomi Mi Pro 2	1. režim	0,00	0,88	1,34	1,73	2,14	2,49	2,82	3,19	3,61	3,93	4,27	4,64	5,00	5,33	5,64	5,75	5,95	6,23	6,27
	2. režim	0,00	0,88	1,26	1,70	2,05	2,37	2,68	2,98	3,29	3,56	3,82	4,07	4,33	4,56	4,80	4,85	5,00	5,31	5,50
	3. režim	0,00	0,87	1,37	1,73	2,13	2,45	2,75	3,03	3,35	3,59	3,80	4,05	4,28	4,50	4,73	4,77	4,92	5,21	5,27
Ninebot G30, čipovaná	1. režim	0,00	0,73	1,28	1,76	2,26	2,71	3,17	3,70	4,20	4,64	5,13	5,59	6,04	6,51	6,96	7,02	7,36	7,81	7,89
	2. režim	0,00	0,80	1,38	1,83	2,28	2,70	3,12	3,47	3,89	4,20	4,52	4,86	5,15	5,45	5,77	5,81	6,10	6,31	6,36
	3. režim	0,00	0,78	1,26	1,67	2,04	2,36	2,63	2,94	3,18	3,41	3,66	3,86	4,05	4,28	4,49	4,53	4,73	4,89	4,92
Xiaomi Mi Pro 2, čipovaná	1. režim	0,00	0,81	1,29	1,74	2,19	2,56	2,98	3,38	3,74	4,09	4,43	4,78	5,12	5,41	5,73	5,82	6,07	6,35	6,41
	2. režim	0,00	0,93	1,40	1,81	2,14	2,43	2,72	3,01	3,30	3,55	3,80	4,01	4,24	4,46	4,71	4,74	4,88	5,07	5,13
	3. režim	0,00	0,80	1,24	1,57	1,87	2,15	2,40	2,63	2,86	3,05	3,24	3,45	3,63	3,82	3,99	4,04	4,17	4,33	4,38
E-TWOW	1. režim	0,00	0,93	1,43	1,85	2,27	2,63	2,96	3,28	3,60	3,88	4,15	4,41	4,66	4,91	5,19	5,22	5,43	5,61	5,65
Vsett 10	1. režim	0,00	0,72	1,14	1,47	1,71	1,91	2,12	2,35	2,57	2,75	2,95	3,16	3,35	3,52	3,74	3,82	3,95	4,13	4,22
	2. režim	0,00	0,66	1,16	1,51	1,77	1,96	2,16	2,41	2,52	2,81	2,99	3,17	3,38	3,55	3,76	3,80	3,99	4,15	4,18
	3. režim	0,00	0,78	1,21	1,53	1,77	1,96	2,18	2,40	2,63	2,82	3,01	3,21	3,40	3,57	3,69	3,73	3,88	4,04	4,06
Dualtron mini	1. režim	0,00	0,74	1,14	1,49	1,83	2,07	2,37	2,64	2,91	3,14	3,37	3,62	3,45	4,08	4,31	4,38	4,57	4,79	4,85
	2. režim	0,00	0,74	1,15	1,49	1,81	2,05	2,34	2,59	2,83	3,04	3,25	3,47	3,68	3,85	4,07	4,11	4,26	4,44	4,49
	3. režim	0,00	0,59	0,99	1,33	1,65	1,90	2,17	2,43	2,66	2,88	3,10	3,30	3,52	3,71	3,92	3,96	4,10	4,29	4,32
Inokim OXO	1. režim	0,00	0,74	1,09	1,39	1,64	1,88	2,11	2,34	2,57	2,75	2,96	3,17	3,38	3,57	3,79	3,84	3,99	4,18	4,24
	2. režim	0,00	0,70	1,00	1,28	1,49	1,69	1,89	2,08	2,23	2,39	2,55	2,70	2,84	2,96	3,15	3,18	3,25	3,38	3,43
	3. režim	0,00	0,67	1,01	1,26	1,49	1,71	1,89	2,08	2,26	2,39	2,55	2,70	2,84	2,97	3,14	3,16	3,23	3,38	3,41

Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů vpravo																				
Elektrokoloběžka	vzdálenost [m]	Čas [s]																		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14,13	15	16	16,13
Vsett 8	1. režim	0,00	0,98	1,44	1,86	2,22	2,53	2,82	3,09	3,35	3,61	3,84	4,07	4,31	4,51	4,74	4,79	4,97	5,16	5,21
	2. režim	0,00	0,88	1,32	1,71	2,10	2,38	2,66	2,94	3,20	3,46	3,69	3,91	4,11	4,34	4,56	4,59	4,77	4,92	4,96
	3. režim	0,00	0,97	1,42	1,85	2,19	2,50	2,81	3,07	3,32	3,57	3,78	4,02	4,26	4,45	4,66	4,71	4,89	5,06	5,11
Bolt, 1 jezdec	1. režim	0,00	0,91	1,39	1,78	2,12	2,41	2,70	3,00	3,26	3,51	3,76	3,99	4,23	4,43	4,61	4,65	4,86	5,13	5,19
Bolt, 2 jezdcí	1. režim	0,00	1,55	2,16	2,66	3,16	3,57	3,98	4,37	4,70	5,03	5,34	5,66	5,97	6,24	6,47	6,53	6,73	6,91	6,86
Lime	1. režim	0,00	0,77	1,24	1,71	2,11	2,45	2,78	3,06	3,35	3,69	3,95	4,21	4,46	4,71	5,17	5,28	5,43	5,70	5,78
Xiaomi Mi Pro 2	1. režim	0,00	1,00	1,38	1,78	2,19	2,48	2,81	3,17	3,46	3,81	4,14	4,44	4,72	5,00	5,27	5,31	5,53	5,74	5,77
	2. režim	0,00	0,97	1,40	1,79	2,13	2,44	2,73	2,99	3,25	3,53	3,80	4,03	4,28	4,50	4,70	4,74	4,88	5,05	5,10
	3. režim	0,00	0,93	1,36	1,74	2,08	2,37	2,70	2,95	3,20	3,44	3,68	3,91	4,13	4,34	4,54	4,58	4,73	4,90	4,94
Ninebot G30, čipovaná	1. režim	0,00	0,76	1,28	1,78	2,26	2,68	3,14	3,59	4,04	4,47	4,93	5,34	5,74	6,17	6,54	6,62	6,96	7,33	7,38
	2. režim	0,00	0,72	1,19	1,64	2,02	2,39	2,76	3,08	3,39	3,74	4,03	4,29	4,59	4,83	5,09	5,15	5,36	5,64	5,67
	3. režim	0,00	0,71	1,24	1,64	1,99	2,31	2,58	2,83	3,08	3,32	3,56	3,75	3,95	4,16	4,34	4,40	4,56	4,73	4,78
Xiaomi Mi Pro 2, čipovaná	1. režim	0,00	0,86	1,37	1,82	2,24	2,64	3,06	3,44	3,78	4,12	4,46	4,79	5,07	5,37	5,66	5,71	5,95	6,22	6,27
	2. režim	0,00	0,81	1,29	1,67	2,01	2,33	2,62	2,90	3,41	3,88	3,67	3,89	4,10	4,32	4,56	4,61	4,77	4,98	5,02
	3. režim	0,00	0,86	1,31	1,68	1,99	2,24	2,52	2,75	2,97	3,20	3,40	3,57	3,76	3,96	4,14	4,20	4,34	4,50	4,57
E-TWOW	1. režim	0,00	0,92	1,47	1,92	2,30	2,64	2,97	3,27	3,57	3,85	4,12	4,38	4,66	4,90	5,12	5,16	5,38	5,54	5,58
Vsett 10	1. režim	0,00	0,69	1,13	1,46	1,74	1,93	2,16	2,37	2,57	2,74	2,98	3,15	3,36	3,54	3,74	3,78	3,93	4,10	4,15
	2. režim	0,00	0,68	1,12	1,44	1,68	1,90	2,10	2,32	2,54	2,73	2,97	3,17	3,34	3,50	3,67	3,72	3,86	4,00	4,04
	3. režim	0,00	0,75	1,17	1,49	1,77	1,97	2,17	2,39	2,59	2,78	2,98	3,15	3,35	3,53	3,71	3,75	3,90	4,10	4,14
Dualtron mini	1. režim	0,00	0,60	1,02	1,37	1,67	1,97	2,22	2,50	2,74	2,99	3,25	3,48	3,72	3,94	4,18	4,22	4,45	4,65	4,70
	2. režim	0,00	0,66	1,06	1,44	1,76	2,04	2,30	2,56	2,79	3,01	3,25	3,48	3,67	3,88	4,09	4,13	4,29	4,48	4,51
	3. režim	0,00	0,61	1,05	1,37	1,69	1,95	2,19	2,44	2,65	2,88	3,09	3,30	3,51	3,70	3,91	3,93	4,07	4,26	4,31
Inokim OXO	1. režim	0,00	0,72	1,10	1,37	1,62	1,84	2,09	2,30	2,55	2,74	2,96	3,18	3,41	3,60	3,81	3,84	4,02	4,23	4,26
	2. režim	0,00	0,73	1,06	1,36	1,60	1,81	2,01	2,18	2,34	2,53	2,66	2,82	2,95	3,11	3,24	3,29	3,40	3,51	3,53
	3. režim	0,00	0,76	1,08	1,34	1,58	1,80	1,99	2,16	2,34	2,50	2,65	2,81	2,94	3,08	3,22	3,24	3,36	3,48	3,51

Příloha č. 4: Hodnoty příčného přemístění – elektrokoloběžky

Elektrokoloběžka	Rychlost [km/h]	Skutečná nájezdová rychlost [km/h]	Vzdálenost zahájení manévru od překážky [m]	Příčné přemístění y [m]	Čas přemístění celkem [s]	Příčné zrychlení ay [m/s <sup>2</sup> ]
Vsett 8	10	10,6	2	1,2	1,53	2,05
	15	14,5	3,5	1,4	1,62	2,13
	20	19,4	5	1,15	1,33	2,60
	25	27,71	5,5	1,5	1,3	3,55
Bolt, 1 jezdec	10	10,8	3	1,2	1,46	2,25
	15	15,6	3,5	1,25	1,44	2,41
	20	19,7	3	1,2	1,08	4,12
Bolt, 2 jezdcí	10	9,5	3,5	1,15	1,76	1,49
	15	15,6	3,5	1,15	1,25	2,94
	20	19,1	3,5	1	1,35	2,19
Lime	10	10,51	3,5	1,2	1,61	1,85
	15	13,56	3,5	1,25	1,44	2,41
	20	18,2	4	1,25	1,39	2,59
Xiaomi Mi Pro 2	10	10,75	4	1,45	1,96	1,51
	15	15,63	2,5	1	1,14	3,08
	20	20,2	6	1,25	1,38	2,63
Ninebot G30	10	11,41	2,5	1,15	1,73	1,54
	15	15,23	2,5	1,2	1,51	2,11
	20	19,81	4,5	1	1,34	2,23
	25	23,5	5	1	1,25	2,56
Xiaomi Mi Pro 2, chipovaná	10	12	3,5	1,05	1,55	1,75
	15	16,06	3,5	1,2	1,46	2,25
	20	19,34	6	1,2	1,74	1,59
	25	24,12	5	1	1,23	2,64
E-TWOW	10	10,7	2,5	1,25	1,5	2,22
	15	14	3,5	1,45	1,57	2,35
	20	18,4	3	1,14	1,25	2,92
	25	22,59	4,5	1,5	1,35	3,29
Vsett 10	10	10,78	3	1,35	1,6	2,11
	15	16,55	4	1,15	1,35	2,52
	20	21,7	3,5	1,2	1,12	3,83
	25	25,7	5	1,45	1,5	2,58
Dualtron Mini	10	11,48	3	1,3	1,84	1,54
	15	15,7	3,5	1,2	1,27	2,98
	20	20,3	4	1,25	1,15	3,78
	25	26,72	5	1,45	1,18	4,17
Inokim OXO	10	9,5	2,5	0,85	1,29	2,04
	15	14,35	3,5	1,5	1,49	2,70
	20	18,86	5	1,3	1,46	2,44
	25	24,5	4	1,25	1,2	3,47

Příloha č. 5: Hodnoty brzdného zpomalení – elektrokola

Elektrokolo	Jezdec	Rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [m/s]	Brzda	Brzdná dráha	Průměrné zpomalení [m/s <sup>2</sup> ]
e-totem Voyage	Jiří (65 let)	10	13,67	3,80	Zadní	2,81	2,57
			13,32	3,70	Přední	2,64	2,59
			12,20	3,39	Obě	1,83	3,14
		15	17,27	4,80	Zadní	4,19	2,75
			16,42	4,56	Přední	3,87	2,69
			15,83	4,40	Obě	2,48	3,90
		20	18,41	5,11	Zadní	5,82	2,25
			21,54	5,98	Přední	6,45	2,78
			21,93	6,09	Obě	5,36	3,46
		25	25,04	6,96	Zadní	10,77	2,25
			25,80	7,17	Přední	8,47	3,03
			25,09	6,97	Obě	5,83	4,17
	Jan (32 let)	10	10,97	3,05	Zadní	1,63	2,85
			9,29	2,58	Přední	1	3,33
			12,05	3,35	Obě	1,37	4,09
		15	16,32	4,53	Zadní	4,89	2,10
			16,15	4,49	Přední	3,22	3,13
			15,71	4,36	Obě	2,45	3,89
		20	20,14	5,59	Zadní	5,68	2,76
			22,22	6,17	Přední	6,66	2,86
			21,45	5,96	Obě	4,25	4,18
		25	28,38	7,88	Zadní	11,65	2,67
			27,87	7,74	Přední	9,99	3,00
			27,69	7,69	Obě	6,32	4,68

Elektrokolo	Jezdec	Rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [m/s]	Brzda	Brzdná dráha	Průměrné zpomalení [m/s <sup>2</sup> ]
Specialized Turbo Levo	Otakar (70 let)	10	11,39	3,16	Zadní	1,5	3,34
			10,12	2,81	Přední	1,92	2,06
			9,62	2,67	Obě	0,81	4,41
		15	14,97	4,16	Zadní	2,55	3,39
			13,49	3,75	Přední	2,14	3,28
			14,48	4,02	Obě	2,07	3,91
		20	19,90	5,53	Zadní	5,04	3,03
			18,85	5,24	Přední	3,7	3,70
			18,00	5,00	Obě	3,15	3,97
		25	25,17	6,99	Zadní	8,35	2,93
			22,30	6,19	Přední	6,5	2,95
			25,51	7,09	Obě	4,35	5,77
	Dalibor (28 let)	10	10,51	2,92	Zadní	1,23	3,46
			11,00	3,06	Přední	0,93	5,02
			11,16	3,10	Obě	0,6	8,01
		15	14,85	4,13	Zadní	2,56	3,32
			15,14	4,21	Přední	1,77	5,00
			15,77	4,38	Obě	2	4,80
		20	19,46	5,41	Zadní	4,56	3,20
			20,13	5,59	Přední	3,95	3,96
			20,05	5,57	Obě	3,35	4,63
		25	24,42	6,78	Zadní	6,49	3,54
			25,62	7,12	Přední	5,75	4,40
			24,61	6,84	Obě	4,65	5,02

Elektrokolo	Jezdec	Rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [m/s]	Brzda	Brzdná dráha	Průměrné zpomalení [m/s <sup>2</sup> ]
Crussis E-Atland	Lubor (60 let)	10	12,97	3,60	Zadní	2,65	2,45
			11,74	3,26	Přední	1,59	3,34
			12,82	3,56	Obě	2	3,17
		15	18,22	5,06	Zadní	4,36	2,94
			18,60	5,17	Přední	3,28	4,07
			16,93	4,70	Obě	3,44	3,21
		20	23,48	6,52	Zadní	7,7	2,76
			23,14	6,43	Přední	5,78	3,57
			22,98	6,38	Obě	4,59	4,44
		25	27,69	7,69	Zadní	10,52	2,81
			26,35	7,32	Přední	8,07	3,32
			26,47	7,35	Obě	6,69	4,04
	Matěj (28 let)	10	12,01	3,34	Zadní	1,82	3,06
			10,82	3,01	Přední	0,94	4,80
			9,42	2,62	Obě	0,69	4,96
		15	14,42	4,01	Zadní	2,92	2,75
			14,42	4,01	Přední	1,68	4,78
			15,59	4,33	Obě	1,5	6,25
		20	20,14	5,59	Zadní	5,86	2,67
			18,79	5,22	Přední	3,07	4,44
			17,15	4,76	Obě	2,41	4,71
		25	24,82	6,89	Zadní	8,36	2,84
			24,70	6,86	Přední	4,49	5,24
			24,92	6,92	Obě	3,95	6,07



Elektrokolo	Jezdec	Rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [m/s]	Brzda	Brzdná dráha	Průměrné zpomalení [m/s <sup>2</sup> ]
Leader Fox Venosa Lady	Dana (62 let)	10	13,15	3,65	Zadní	3	2,22
			11,45	3,18	Přední	2,5	2,02
			10,69	2,97	Obě	1,1	4,01
		15	15,40	4,28	Zadní	3,72	2,46
			15,56	4,32	Přední	3,54	2,64
			15,62	4,34	Obě	3,19	2,95
		20	19,51	5,42	Zadní	5,98	2,46
			19,22	5,34	Přední	6,11	2,33
			19,57	5,44	Obě	5,78	2,56
	25	Nekonalo se					
	Tereza (27 let)	10	12,24	3,40	Zadní	2,26	2,56
			12,08	3,36	Přední	2,16	2,61
			11,36	3,16	Obě	1,18	4,22
		15	14,66	4,07	Zadní	3,07	2,70
			14,68	4,08	Přední	2,67	3,11
			14,23	3,95	Obě	1,68	4,65
		20	20,74	5,76	Zadní	6,07	2,73
			18,40	5,11	Přední	3,41	3,83
			19,83	5,51	Obě	4,26	3,56
		25	23,94	6,65	Zadní	7,9	2,80
			23,10	6,42	Přední	5,07	4,06
			24,10	6,69	Obě	5,11	4,39

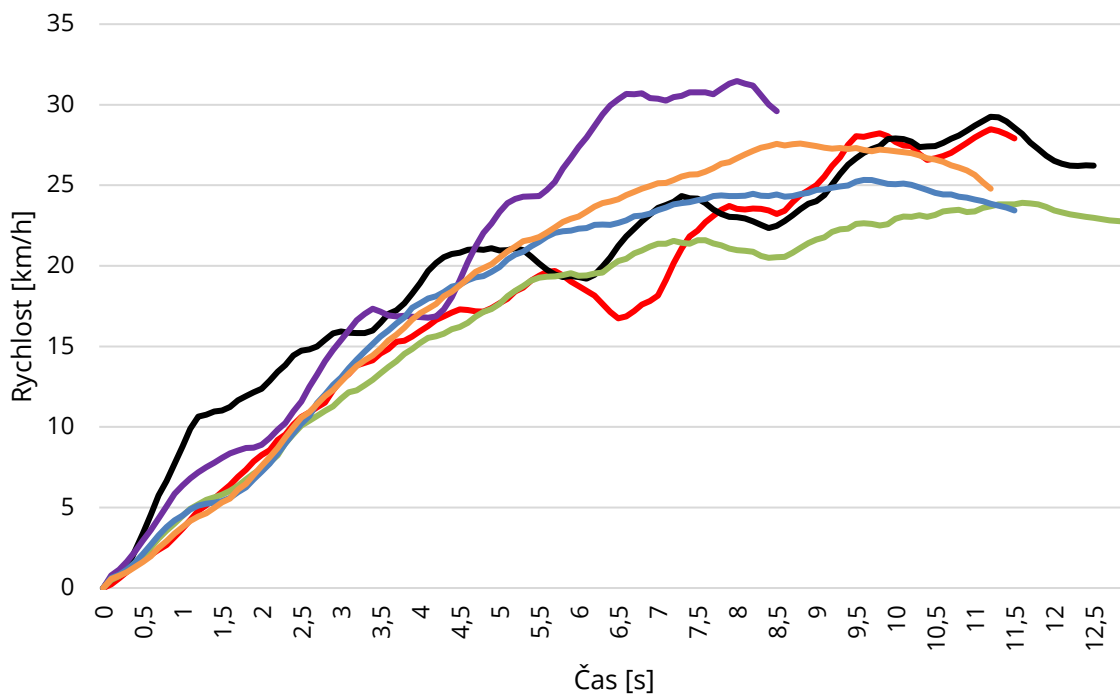
Elektrokolo	Jezdec	Rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [m/s]	Brzda	Brzdná dráha	Průměrné zpomalení [m/s <sup>2</sup> ]
Crussis E-cross	Oldřich (62 let)	10	11,55	3,21	Zadní	1,75	2,94
			10,34	2,87	Přední	1,19	3,47
			10,40	2,89	Obě	1	4,17
		15	14,21	3,95	Zadní	2,5	3,12
			14,33	3,98	Přední	2,7	2,93
			14,25	3,96	Obě	2,38	3,29
		20	18,41	5,11	Zadní	4,31	3,03
			18,60	5,17	Přední	3,81	3,50
			19,40	5,39	Obě	3,46	4,20
	25	24,29	6,75	Zadní	7,31	3,11	
		23,64	6,57	Přední	7,88	2,74	
		25,52	7,09	Obě	6	4,19	
	Vítězslav (30 let)	10	9,28	2,58	Zadní	1,18	2,82
			11,78	3,27	Přední	1,33	4,03
			12,27	3,41	Obě	1,34	4,33
		15	15,58	4,33	Zadní	3,23	2,90
			15,81	4,39	Přední	2,37	4,07
			15,66	4,35	Obě	1,71	5,53
		20	20,52	5,70	Zadní	5,57	2,92
			20,76	5,77	Přední	4,03	4,13
			19,41	5,39	Obě	2,44	5,96
		25	24,92	6,92	Zadní	9,24	2,59
			24,44	6,79	Přední	4,63	4,98
			23,90	6,64	Obě	3,37	6,54

Elektrokolo	Jezdec	Rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [km/h]	Skutečná rychlost [m/s]	Brzda	Brzdná dráha	Průměrné zpomalení [m/s <sup>2</sup> ]
Crussis E-Cross Lady	Hana (60 let)	10	9,00	2,50	Zadní	1,25	2,50
			9,40	2,61	Přední	1,25	2,73
			10,20	2,83	Obě	1,42	2,83
		15	14,86	4,13	Zadní	4,09	2,08
			12,48	3,47	Přední	3	2,00
			14,32	3,98	Obě	2,23	3,55
		20	18,09	5,03	Zadní	7,02	1,80
			19,26	5,35	Přední	6,06	2,36
			18,12	5,03	Obě	6,33	2,00
		25	23,83	6,62	Zadní	10,12	2,16
			23,90	6,64	Přední	8,8	2,50
			24,46	6,79	Obě	7,2	3,21
	Veronika (31 let)	10	10,19	2,83	Zadní	1,59	2,52
			9,93	2,76	Přední	1,33	2,86
			11,24	3,12	Obě	1,47	3,32
		15	16,55	4,60	Zadní	3,88	2,72
			15,28	4,24	Přední	2,73	3,30
			16,02	4,45	Obě	1,97	5,03
		20	20,62	5,73	Zadní	5,74	2,86
			20,77	5,77	Přední	4,31	3,86
			21,44	5,96	Obě	4,87	3,64
		25	27,65	7,68	Zadní	11,63	2,54
			24,77	6,88	Přední	6,94	3,41
			25,79	7,16	Obě	5,93	4,33

Příloha č. 6: Hodnoty zrychlení a průběhy zrychlení – elektrokola

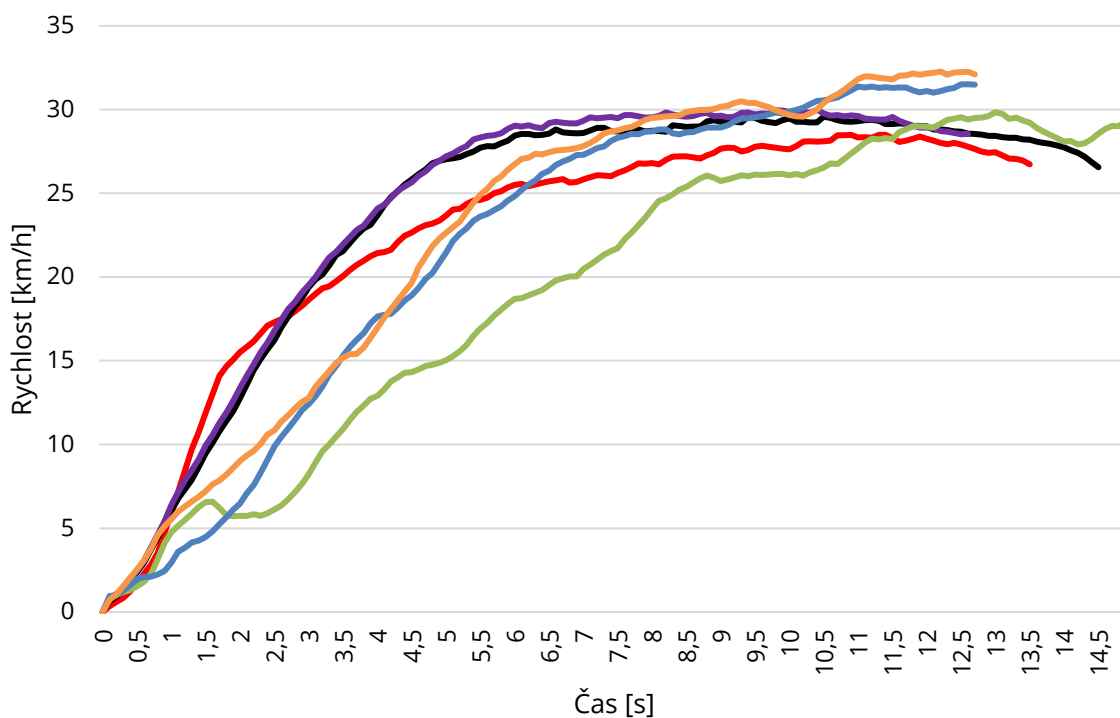
Elektrokolo	Jezdec	Režim	Zrychlení [m/s <sup>2</sup> ]	Dráha [m]	Čas [s]	rychlost po 20 m [km/h]	Maximální dosažená rychlost na dráze 100 m [km/h]
e-totem Voyage	Jiří (65 let)	1. režim	0,83	20	6,07	19,93	24,84
		2. režim	1,02	20	5,48	21,77	26,33
		3. režim	1,03	20	5,7	22,53	28,12
	Jan (32 let)	1. režim	0,82	20	5,51	19,9	30,61
		2. režim	1,12	20	5,05	21,51	29,89
		3. režim	1,24	20	5,3	24,25	33,09
Specialized Turbo Levo	Otakar (70 let)	1. režim	0,87	20	6,43	20,69	31,95
		2. režim	1,11	20	5,9	23,96	32,82
		3. režim	1,18	20	5,34	25,03	34,83
	Dalibor (28 let)	1. režim	1,36	20	4,63	23,5	30,11
		2. režim	1,56	20	4,53	26,75	30,5
		3. režim	1,58	20	4,48	26,42	30,79
Crussis E-Atland	Lubor (60 let)	1. režim	0,88	20	6,27	20,95	28,31
		2. režim	1,18	20	5,26	23,47	31,19
		3. režim	1,23	20	5,18	24,41	31,41
	Matěj (28 let)	1. režim	1,09	20	5,17	20,57	27,49
		2. režim	1,33	20	4,74	23,22	30,02
		3. režim	1,41	20	4,7	24,66	29,81
Leader Fox Venosa Lady	Dana (62 let)	1. režim	0,80	20	6,61	19,68	27,49
		2. režim	0,93	20	5,85	21,34	27,11
		3. režim	1,11	20	5,56	23,06	28,29
	Tereza (27 let)	1. režim	1,16	20	4,66	20,86	26,29
		2. režim	1,20	20	5	23,34	26,83
		3. režim	1,42	20	4,79	24,7	27,51
Crussis E-Cross	Oldřich (62 let)	1. režim	1,14	20	5,57	22,95	30,24
		2. režim	1,39	20	5,03	26,42	31,43
		3. režim	1,52	20	4,76	27,46	31,32
	Vítězslav (30 let)	1. režim	1,00	20	6,05	23,4	29,49
		2. režim	1,02	20	6,42	24,81	28,71
		3. režim	1,25	20	5,43	25,76	33,46
Crussis E-Cross Lady	Hana (60 let)	1. režim	0,84	20	6,26	20,02	26,05
		2. režim	1,10	20	5,85	23,77	25,8
		3. režim	1,10	20	5,5	23,79	26,13
	Veronika (31 let)	1. režim	0,92	20	5,8	21,2	26,68
		2. režim	1,24	20	5,1	25,03	28,58
		3. režim	1,45	20	4,61	24,88	30,3

Závislost rychlosti na čase - elektrokolo e-totem Voyage

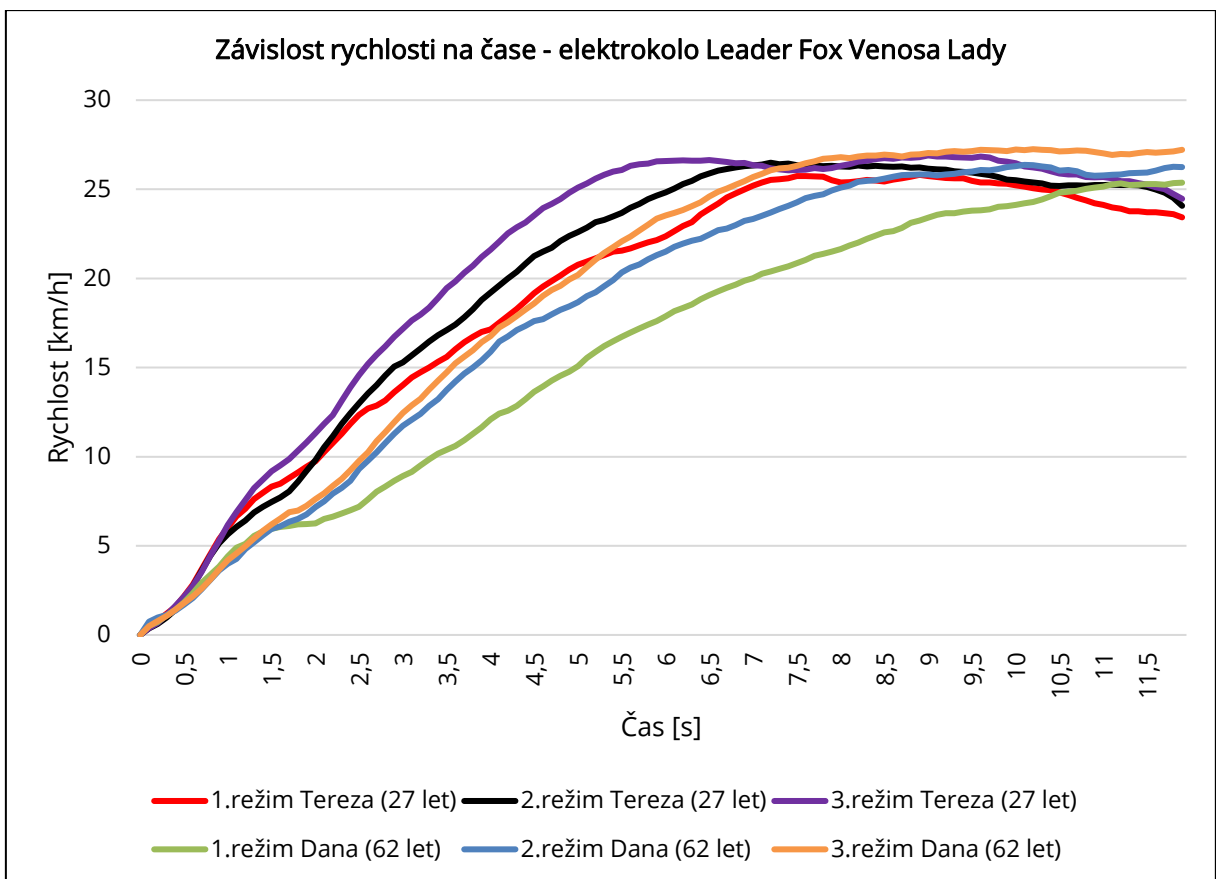
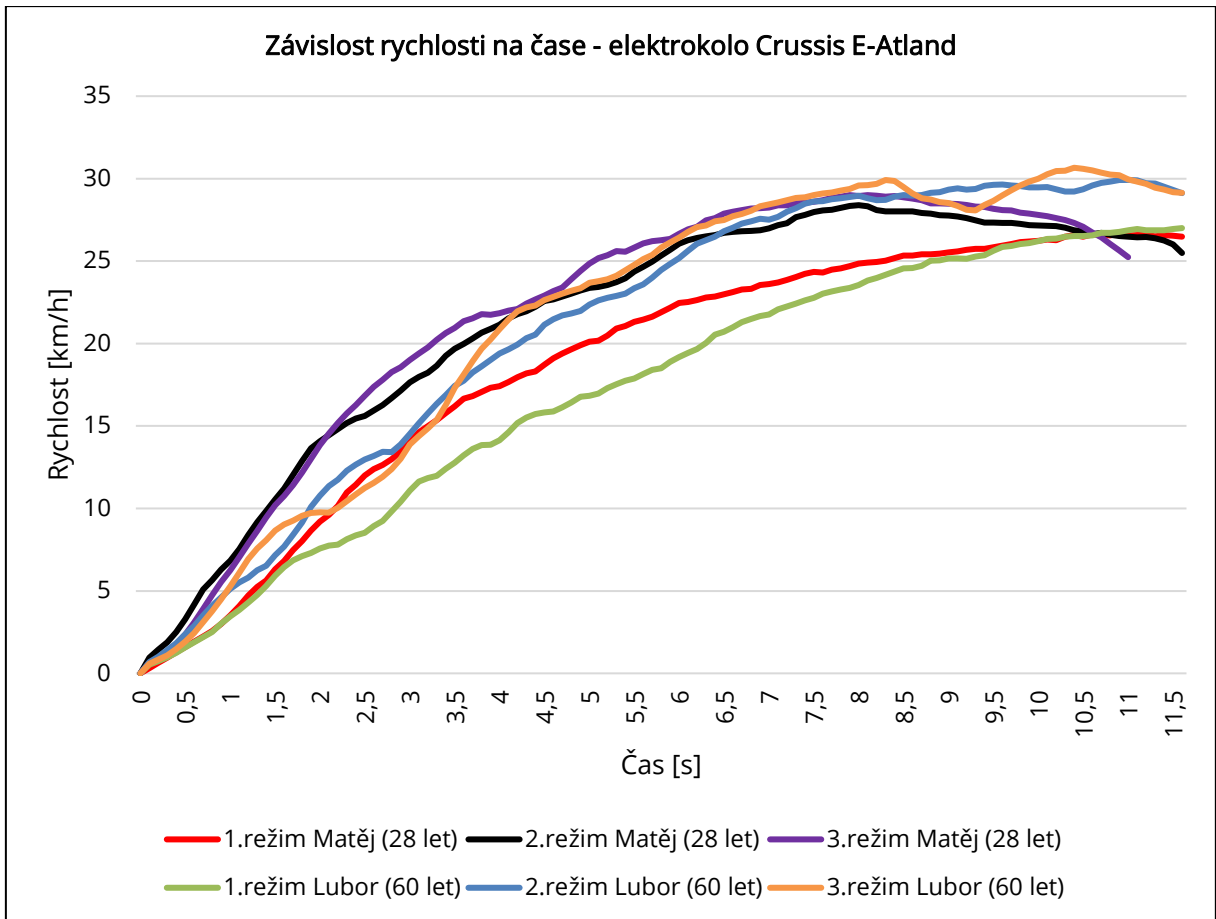


1.režim Jan (32 let) 2.režim Jan (32 let) 3.režim Jan (32 let)  
 1.režim Jiří (65 let) 2.režim Jiří (65 let) 3.režim Jiří (65 let)

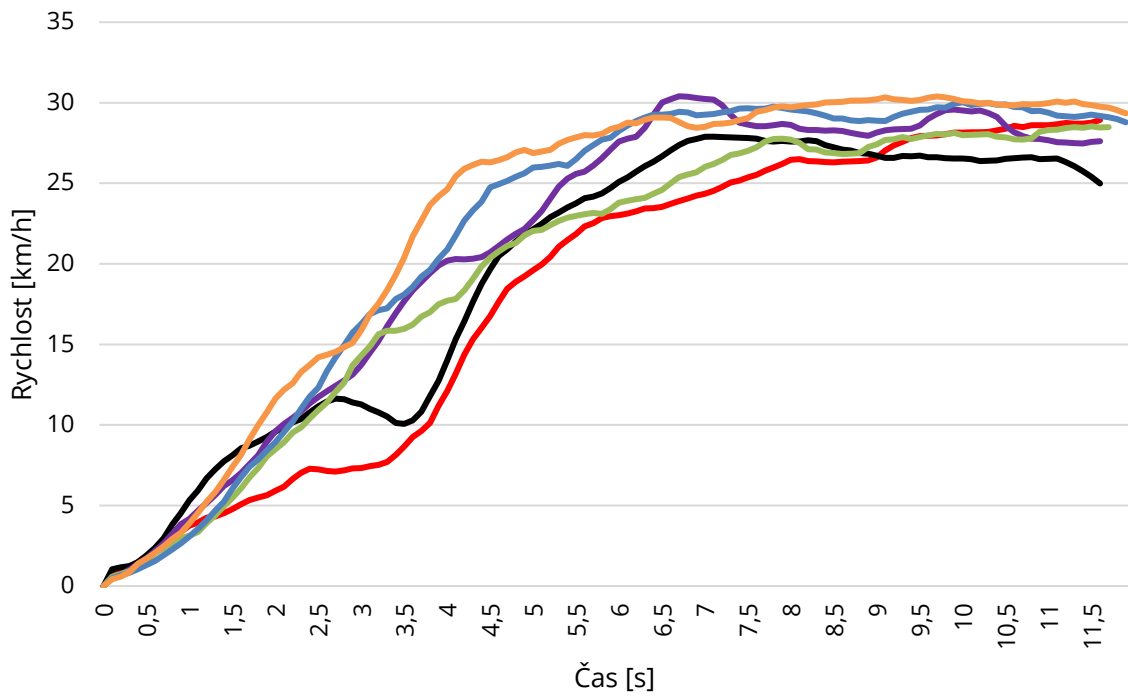
Závislost rychlosti na čase - elektrokolo Specialized Turbo Levo



1.režim Dalibor (28 let) 2.režim Dalibor (28 let) 3.režim Dalibor (28 let)  
 1.režim Otakar (70 let) 2.režim Otakar (70 let) 3.režim Otakar (70 let)

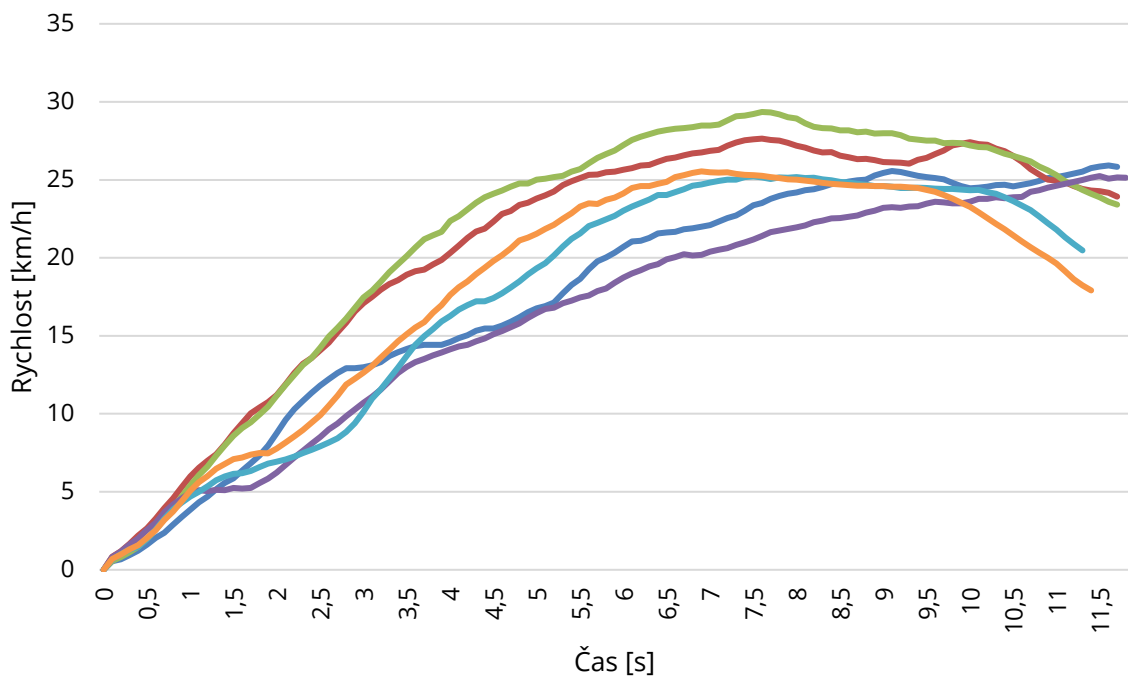


Závislost rychlosti na čase - elektrokolo Crussis E-Cross



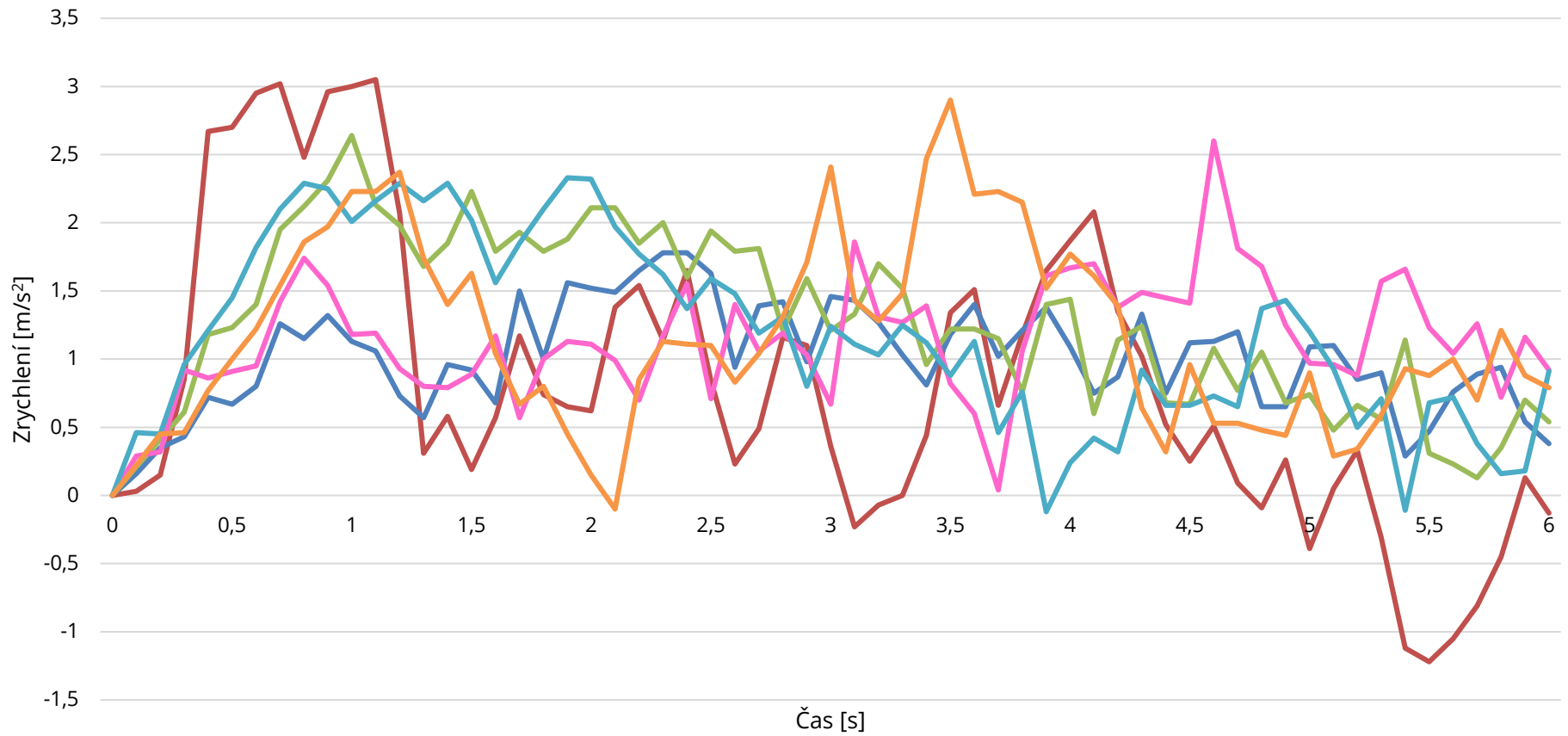
1. režim Vítězslav (30 let) 2. režim Vítězslav (30 let) 3. režim Vítězslav (30 let)  
 1. režim Oldřich (62 let) 2. režim Oldřich (62 let) 3. režim Oldřich (62 let)

Závislost rychlosti na čase - elektrokolo Crussis E-Cross Lady



1. režim Veronika (31 let) 2. režim Veronika (31 let) 3. režim Veronika (31 let)  
 1. režim Hana (60 let) 2. režim Hana (60 let) 3. režim Hana (60 let)

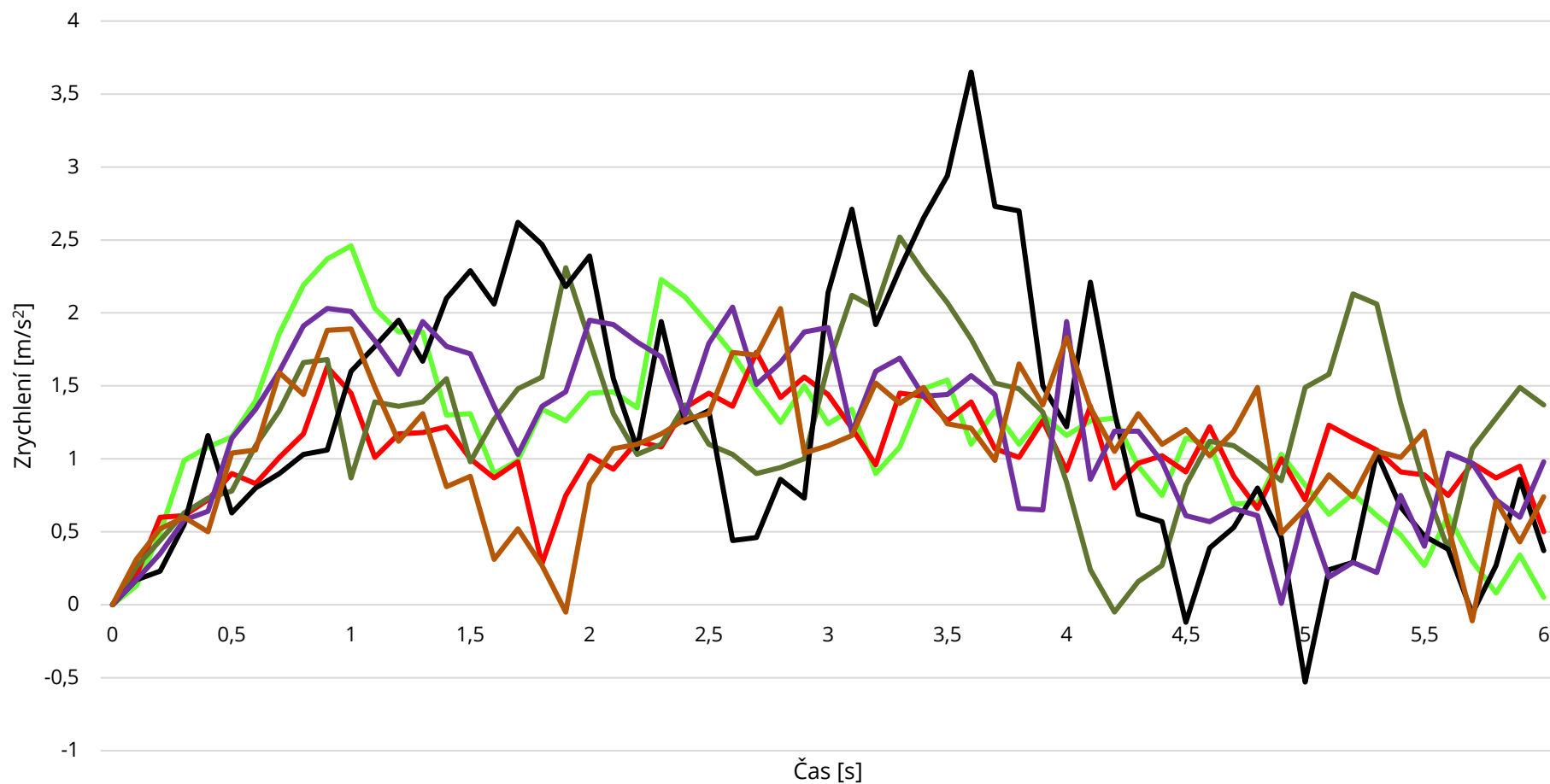
Závislost zrychlení na čase - 1. skupina elektrokol (nejvyšší jízdní režim)



e-totem Voyage Jan (32 let)      e-totem Voyage Jiří (65 let)      Specialized Turbo Levo Dalibor (28 let)  
Specialized Turbo Levo Otakar (70 let)      Crussis E-Atland Matěj (28 let)      Crussis E-Atland Lubor (60 let)



Závislost zrychlení na čase - 2. skupina elektrokol (nejvyšší jízdní režim)



Leader Fox Venosa Lady Tereza (27 let)    Leader Fox Venosa Lady Dana (62 let)    Crussis E-Cross Vítězslav (30 let)  
Crussis E-Cross Oldřich (62 let)    Crussis E-Cross Lady Veronika (31 let)    Crussis E-Cross Lady Hana (60 let)

Příloha č. 7: Rozjezdy do oblouků – elektrokola

Rozjezd do oblouku o poloměru 3 metry vpravo											
elektrokolo	jezdec	vzdálenost [m]	Čas [s]								
			0	1	2	3	4	4,75	5	6	6,75
E-totem Voyage	Jiří (65 let)	1. režim	0,00	0,84	1,53	2,15	2,73	3,11	3,20	3,67	4,12
		2. režim	0,00	1,20	1,90	2,48	2,95	3,30	3,43	3,84	4,14
		3. režim	0,00	0,98	1,60	2,16	2,71	3,02	3,10	3,48	3,82
	Jan (32 let)	1. režim	0,00	1,26	1,83	2,25	2,56	2,79	2,85	3,13	3,35
		2. režim	0,00	0,90	1,48	1,98	2,35	2,58	2,67	2,98	3,21
		3. režim	0,00	1,12	1,71	2,16	2,48	2,73	2,80	3,08	3,27
Specialized Turbo Levo	Otakar (70 let)	1. režim	0,00	0,99	1,54	2,28	2,79	3,17	3,27	3,66	3,94
		2. režim	0,00	1,08	1,49	1,97	2,46	2,74	2,86	3,27	3,53
		3. režim	0,00	0,87	1,30	1,75	2,24	2,54	2,61	2,93	3,19
	Dalibor (28 let)	1. režim	0,00	1,09	1,59	1,96	2,33	2,56	2,61	2,89	3,09
		2. režim	0,00	0,83	1,29	1,70	2,04	2,25	2,30	2,55	2,75
		3. režim	0,00	0,95	1,37	1,70	1,96	2,16	2,22	2,44	2,63
Crussis E-Atland	Lubor (60 let)	1. režim	0,00	1,19	1,81	2,30	2,78	3,00	3,08	3,40	3,67
		2. režim	0,00	1,15	1,60	2,00	3,31	2,53	2,58	2,85	3,05
		3. režim	0,00	0,96	1,40	1,75	2,03	2,26	2,34	2,58	2,76
	Matěj (28 let)	1. režim	0,00	0,96	1,50	1,88	2,16	2,38	2,45	2,73	2,94
		2. režim	0,00	0,96	1,44	1,79	2,10	2,26	2,31	2,58	2,79
		3. režim	0,00	0,90	1,26	1,60	1,91	2,07	2,12	2,40	2,60
Leader Fox Venosa Lady	Dana (62 let)	1. režim	0,00	1,07	1,64	2,31	2,85	3,16	3,28	3,71	4,04
		2. režim	0,00	1,04	1,56	2,09	2,51	2,79	2,88	3,19	3,45
		3. režim	0,00	0,98	1,53	1,98	2,44	2,69	2,76	3,10	3,34
	Tereza (27 let)	1. režim	0,00	1,21	1,75	2,25	2,74	3,07	3,15	3,53	3,87
		2. režim	0,00	0,99	1,47	1,90	2,34	2,59	2,67	2,90	3,25
		3. režim	0,00	0,98	1,48	1,86	2,21	2,46	2,51	2,82	3,06
Crussis E-Cross	Oldřich (62 let)	1. režim	0,00	1,28	1,93	2,50	2,95	3,30	3,40	3,86	4,24
		2. režim	0,00	1,11	1,63	2,02	2,40	2,67	2,73	3,07	3,36
		3. režim	0,00	0,91	1,34	1,64	1,92	2,14	2,22	2,50	2,73
	Vítězslav (30 let)	1. režim	0,00	0,92	1,59	2,10	2,45	2,71	2,78	3,10	3,35
		2. režim	0,00	0,85	1,40	1,93	2,34	2,59	2,67	2,97	3,19
		3. režim	0,00	0,80	1,32	1,77	2,14	2,36	2,44	2,68	2,88
Crussis E-Cross Lady	Hana (60 let)	1. režim	0,00	1,15	2,00	2,83	3,46	3,84	4,09	4,40	4,71
		2. režim	0,00	1,27	1,74	2,34	2,86	3,32	3,42	3,96	4,37
		3. režim	0,00	1,15	1,94	2,51	3,06	3,39	3,50	3,98	4,27
	Veronika (31 let)	1. režim	0,00	0,98	1,51	2,04	2,56	2,91	3,00	3,41	3,69
		2. režim	0,00	0,97	1,50	1,96	2,40	2,68	2,80	3,18	3,50
		3. režim	0,00	0,98	1,52	2,00	2,46	2,80	2,87	3,31	3,62

Rozjezd do oblouku o poloměru 3 metry vlevo											
elektrokolo	jezdec	vzdálenost [m]	Čas [s]								
			0	1	2	3	4	4,75	5	6	6,75
E-totem Voyage	Jiří (65 let)	1. režim	0,00	1,08	1,80	2,27	2,65	2,99	3,09	3,47	3,81
		2. režim	0,00	1,08	1,73	2,31	2,82	3,10	3,20	3,58	3,96
		3. režim	0,00	0,92	1,46	1,93	2,34	2,66	2,74	3,10	3,42
	Jan (32 let)	1. režim	0,00	1,07	1,63	2,03	2,33	2,57	2,62	2,95	3,17
		2. režim	0,00	0,95	1,44	1,85	2,20	2,46	2,53	2,79	3,03
		3. režim	0,00	0,93	1,43	1,80	2,11	2,35	2,42	2,73	2,96
Specialized Turbo Levo	Otakar (70 let)	1. režim	0,00	0,86	1,40	1,90	2,26	2,57	2,63	2,98	3,25
		2. režim	0,00	0,96	1,55	2,13	2,50	2,86	2,98	3,33	3,61
		3. režim	0,00	0,91	1,47	1,95	2,35	2,65	2,74	3,05	3,27
	Dalibor (28 let)	1. režim	0,00	0,87	1,42	1,83	2,22	2,53	2,56	2,89	3,11
		2. režim	0,00	1,00	1,49	1,86	2,14	2,36	2,43	2,68	2,87
		3. režim	0,00	1,02	1,49	1,87	2,17	2,42	2,50	2,74	2,95
Crussis E-Atland	Lubor (60 let)	1. režim	0,00	1,08	1,64	2,08	2,41	2,70	2,80	3,14	3,42
		2. režim	0,00	1,06	1,50	1,97	2,31	2,55	2,64	2,95	3,17
		3. režim	0,00	0,95	1,43	1,83	2,12	2,41	2,45	2,74	2,92
	Matěj (28 let)	1. režim	0,00	0,91	1,41	1,80	2,04	2,30	2,36	2,65	2,85
		2. režim	0,00	1,07	1,52	1,91	2,20	2,44	2,52	2,77	2,96
		3. režim	0,00	0,86	1,30	1,65	1,93	2,16	2,22	2,47	2,66
Leader Fox Venosa Lady	Dana (62 let)	1. režim	0,00	1,00	1,57	2,24	2,74	3,11	3,22	3,55	3,80
		2. režim	0,00	1,09	1,67	2,29	2,71	3,04	3,14	3,50	3,74
		3. režim	0,00	1,01	1,49	1,99	2,39	2,68	2,76	3,05	3,30
	Tereza (27 let)	1. režim	0,00	0,95	1,42	1,89	2,31	2,59	2,69	2,97	3,22
		2. režim	0,00	0,84	1,36	1,76	2,09	2,33	2,37	2,62	2,86
		3. režim	0,00	1,04	1,54	1,96	2,20	2,48	2,55	2,80	3,03
Crussis E-Cross	Oldřich (62 let)	1. režim	0,00	1,00	1,51	1,97	2,27	2,53	2,59	2,85	3,08
		2. režim	0,00	1,09	1,55	1,90	2,24	2,48	2,54	2,79	3,03
		3. režim	0,00	0,96	1,36	1,71	2,00	2,28	2,34	2,61	2,82
	Vítězslav (30 let)	1. režim	0,00	1,00	1,59	2,20	2,68	3,03	3,09	3,46	3,78
		2. režim	0,00	0,97	1,48	1,97	2,32	2,60	2,67	2,97	3,21
		3. režim	0,00	1,03	1,44	1,92	2,23	2,47	2,54	2,81	2,99
Crussis E-Cross Lady	Hana (60 let)	1. režim	0,00	1,28	2,07	2,69	3,19	3,56	3,64	4,00	4,27
		2. režim	0,00	1,30	2,10	2,61	2,99	3,30	3,39	3,65	3,90
		3. režim	0,00	1,11	1,79	2,30	2,65	2,92	3,02	3,30	3,49
	Veronika (31 let)	1. režim	0,00	1,30	1,86	2,38	2,85	3,22	3,32	3,67	4,00
		2. režim	0,00	1,30	1,78	2,22	2,61	2,89	2,97	3,28	3,53
		3. režim	0,00	1,30	1,72	2,14	2,54	2,84	2,91	3,26	3,50

Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů vpravo																
elektrokolo	jezdec	vzdálenost [m]	Čas [s]													
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,42	10	11	11,42
E-totem Voyage	Jiří (65 let)	1. režim	0,00	1,07	1,72	2,25	2,72	3,14	3,49	3,86	4,19	4,47	4,57	4,74	5,02	5,14
		2. režim	0,00	1,02	1,71	2,15	2,63	3,04	3,41	3,75	4,02	4,32	4,44	4,62	4,87	4,99
		3. režim	0,00	1,10	1,83	2,36	2,80	3,17	3,52	3,82	4,13	4,42	4,52	4,72	4,97	5,07
	Jan (32 let)	1. režim	0,00	0,94	1,50	1,94	2,30	2,63	2,91	3,19	3,46	3,70	3,80	3,96	4,21	4,30
		2. režim	0,00	0,92	1,42	1,90	2,20	2,57	2,87	3,18	3,47	3,70	3,78	3,93	4,18	4,26
		3. režim	0,00	0,95	1,60	1,95	2,25	2,55	2,83	3,11	3,32	3,53	3,62	3,78	3,99	4,04
Specialized Turbo Levo	Otakar (70 let)	1. režim	0,00	0,88	1,42	2,08	2,57	3,00	3,38	3,70	4,02	4,34	4,46	4,63	4,88	4,98
		2. režim	0,00	0,98	1,74	2,34	2,76	3,16	3,44	3,72	4,03	4,28	4,37	4,49	4,72	4,80
		3. režim	0,00	1,05	1,55	2,12	2,60	2,99	3,27	3,56	3,83	4,05	4,13	4,25	4,47	4,56
	Dalibor (28 let)	1. režim	0,00	0,85	1,33	1,70	2,05	2,31	2,55	2,83	3,08	3,31	3,40	3,51	3,75	3,86
		2. režim	0,00	0,84	1,32	1,68	1,97	2,21	2,45	2,69	2,90	3,07	3,14	3,25	3,45	3,53
		3. režim	0,00	0,78	1,20	1,52	1,81	2,04	2,26	2,46	2,64	2,84	2,90	3,00	3,18	3,26
Crussis E- Atland	Lubor (60 let)	1. režim	0,00	1,08	1,63	2,17	2,54	2,89	3,23	3,58	3,87	4,14	4,24	4,40	4,69	4,77
		2. režim	0,00	1,12	1,58	1,98	2,33	2,63	2,88	3,12	3,40	3,62	3,71	3,82	4,02	4,12
		3. režim	0,00	1,05	1,52	1,89	2,22	2,47	2,73	2,93	3,16	3,37	3,48	3,54	3,74	3,83
	Matěj (28 let)	1. režim	0,00	0,88	1,29	1,63	1,94	2,21	2,45	2,69	2,92	3,13	3,21	3,35	3,56	3,65
		2. režim	0,00	0,88	1,36	1,68	1,97	2,25	2,48	2,70	2,94	3,12	3,18	3,31	3,51	3,58
		3. režim	0,00	0,90	1,30	1,65	1,90	2,14	2,37	2,58	2,78	2,95	3,02	3,15	3,32	3,41
Leader Fox Venosa Lady	Dana (62 let)	1. režim	0,00	1,05	1,67	2,23	2,81	3,24	3,63	3,99	4,34	4,68	4,78	4,95	5,29	5,42
		2. režim	0,00	1,08	1,61	2,09	2,59	2,96	3,32	3,64	3,94	4,21	4,35	4,50	4,80	4,90
		3. režim	0,00	1,04	1,65	2,21	2,70	3,10	3,42	3,72	4,02	4,21	4,31	4,49	4,72	4,80
	Tereza (27 let)	1. režim	0,00	0,88	1,35	1,85	2,26	2,58	2,88	3,18	3,45	3,71	3,81	3,98	4,23	4,36
		2. režim	0,00	0,86	1,33	1,71	2,03	2,33	2,58	2,85	3,09	3,32	3,40	3,56	3,78	3,87
		3. režim	0,00	0,94	1,38	1,76	2,06	2,33	2,57	2,82	3,02	3,23	3,31	3,45	3,67	3,77

Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů vpravo																
elektrokolo	jezdec	vzdálenost [m]	Čas [s]													
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,42	10	11	11,42
Crussis E-Cross	Oldřich (62 let)	1. režim	0,00	0,96	1,51	1,92	2,26	2,59	2,84	3,10	3,34	3,58	3,69	3,84	4,08	4,20
		2. režim	0,00	0,83	1,25	1,58	1,84	2,09	2,30	2,52	2,77	2,90	3,00	3,09	3,28	3,38
		3. režim	0,00	0,85	1,27	1,55	1,82	2,05	2,24	2,45	2,64	2,82	2,91	3,01	3,17	3,27
	Vítězslav (30 let)	1. režim	0,00	0,93	1,41	1,85	2,27	2,69	2,94	3,26	3,55	3,83	3,94	4,08	4,36	4,47
		2. režim	0,00	0,98	1,47	1,95	2,26	2,57	2,85	3,11	3,38	3,61	3,71	3,83	4,06	4,17
		3. režim	0,00	0,95	1,46	1,92	2,28	2,55	2,88	3,16	3,40	3,62	3,70	3,83	4,04	4,13
Crussis E-Cross Lady	Hana (60 let)	1. režim	0,00	1,47	2,26	2,98	3,54	4,00	4,45	4,79	5,13	5,44	5,54	5,74	6,06	6,20
		2. režim	0,00	1,30	2,10	2,65	3,06	3,38	3,69	3,96	4,23	4,49	4,60	4,76	5,01	5,12
		3. režim	0,00	1,22	1,97	2,49	2,90	3,20	3,50	3,81	4,07	4,32	4,40	4,54	4,85	4,90
	Veronika (31 let)	1. režim	0,00	1,60	2,28	2,79	3,26	3,67	4,00	4,38	4,70	4,98	5,10	5,27	5,56	5,68
		2. režim	0,00	1,15	1,67	2,10	2,46	2,81	3,12	3,41	3,69	3,94	4,04	4,20	4,45	4,55
		3. režim	0,00	1,25	1,75	2,15	2,50	2,80	3,05	3,35	3,62	3,86	3,97	4,11	4,39	4,50

Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů vlevo																
elektrokolo	jezdec	vzdálenost [m]	Čas [s]													
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,42	10	11	11,42
E-totem Voyage	Jiří (65 let)	1. režim	0,00	1,06	1,72	2,29	2,76	3,21	3,62	4,03	4,40	4,75	4,90	5,10	5,34	5,53
		2. režim	0,00	1,00	1,70	2,12	2,57	2,92	3,31	3,70	4,01	4,36	4,47	4,64	4,88	5,04
		3. režim	0,00	1,04	1,59	2,03	2,44	2,80	3,08	3,41	3,67	3,94	4,04	4,20	4,38	4,54
	Jan (32 let)	1. režim	0,00	0,89	1,39	1,80	2,11	2,40	2,63	2,88	3,07	3,27	3,36	3,51	3,70	3,80
		2. režim	0,00	0,87	1,36	1,73	2,04	2,30	2,55	2,81	3,02	3,21	3,30	3,46	3,63	3,73
		3. režim	0,00	0,94	1,43	1,85	2,19	2,50	2,76	3,00	3,23	3,42	3,51	3,65	3,84	3,92
Specialized Turbo Levo	Otakar (70 let)	1. režim	0,00	0,91	1,60	2,20	2,69	3,18	3,59	3,98	4,30	4,60	4,74	4,90	5,16	5,30
		2. režim	0,00	0,92	1,46	2,00	2,60	3,02	3,37	3,76	4,04	4,29	4,46	4,56	4,79	4,89
		3. režim	0,00	0,96	1,73	2,31	2,80	3,12	3,48	3,80	4,07	4,30	4,42	4,57	4,76	4,87
	Dalibor (28 let)	1. režim	0,00	0,96	1,37	1,78	2,13	2,48	2,72	2,98	3,21	3,43	3,54	3,65	3,82	3,92
		2. režim	0,00	0,81	1,30	1,67	1,99	2,25	2,56	2,82	3,05	3,28	3,37	3,48	3,63	3,77
		3. režim	0,00	0,89	1,31	1,64	1,96	2,24	2,49	2,72	2,91	3,11	3,19	3,28	3,46	3,56
Crussis E- Atland	Lubor (60 let)	1. režim	0,00	1,13	1,65	2,15	2,53	2,85	3,19	3,54	3,85	4,11	4,23	4,38	4,62	4,79
		2. režim	0,00	1,01	1,49	1,88	2,21	2,50	2,77	3,04	3,26	3,53	3,64	3,76	3,96	4,08
		3. režim	0,00	1,12	1,57	1,98	2,33	2,64	2,91	3,16	3,39	3,65	3,70	3,87	4,06	4,18
	Matěj (28 let)	1. režim	0,00	0,95	1,45	1,80	2,11	2,42	2,63	2,88	3,11	3,34	3,44	3,56	3,78	3,89
		2. režim	0,00	0,92	1,37	1,73	1,97	2,26	2,51	2,77	2,98	3,19	3,29	3,43	3,59	3,71
		3. režim	0,00	0,94	1,35	1,72	1,97	2,25	2,47	2,70	2,94	3,13	3,21	3,34	3,50	3,62
Leader Fox Venosa Lady	Dana (62 let)	1. režim	0,00	1,30	1,83	2,41	2,89	3,28	3,68	4,03	4,34	4,68	4,80	4,98	5,23	5,41
		2. režim	0,00	1,03	1,54	2,04	2,52	2,83	3,17	3,50	3,74	4,01	4,14	4,28	4,51	4,63
		3. režim	0,00	1,06	1,67	2,21	2,65	3,07	3,37	3,72	3,98	4,25	4,38	4,50	4,71	4,82
	Tereza (27 let)	1. režim	0,00	0,83	1,32	1,73	2,10	2,45	2,74	3,02	3,29	3,57	3,67	3,81	4,04	4,19
		2. režim	0,00	0,89	1,32	1,77	2,10	2,40	2,69	2,97	3,23	3,46	3,57	3,71	3,90	4,03
		3. režim	0,00	1,00	1,46	1,89	2,22	2,49	2,75	3,01	3,24	3,46	3,56	3,70	3,88	4,00

Rozjezd do oblouku o poloměru 6 metrů vpravo																
elektrokolo	jezdec	vzdálenost [m]	Čas [s]													
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9,42	10	11	11,42
Crussis E-Cross	Oldřich (62 let)	1. režim	0,00	0,89	1,39	1,74	2,07	2,33	2,59	2,83	3,03	3,27	3,36	3,48	3,66	3,77
		2. režim	0,00	1,10	1,53	1,89	2,20	2,48	2,75	3,01	3,22	3,43	3,53	3,64	3,82	3,92
		3. režim	0,00	0,86	1,24	1,54	1,87	2,08	2,30	2,52	2,70	2,95	3,00	3,07	3,22	3,36
	Vítězslav (30 let)	1. režim	0,00	0,94	1,32	1,79	2,19	2,53	2,85	3,14	3,41	3,67	3,77	3,91	4,13	4,27
		2. režim	0,00	1,00	1,50	1,98	2,38	2,65	2,95	3,23	3,46	3,69	3,77	3,90	4,08	4,21
		3. režim	0,00	0,84	1,34	1,76	2,08	2,37	2,64	2,90	3,12	3,32	3,42	3,51	3,71	3,83
Crussis E-Cross Lady	Hana (60 let)	1. režim	0,00	1,22	2,18	2,87	3,35	3,76	4,14	4,48	4,77	5,07	5,21	5,37	5,56	5,67
		2. režim	0,00	1,22	2,05	2,56	2,99	3,35	3,64	3,94	4,22	4,44	4,56	4,69	4,88	5,02
		3. režim	0,00	1,37	2,28	2,88	3,28	3,60	3,90	4,17	4,42	4,67	4,76	4,93	5,12	5,25
	Veronika (31 let)	1. režim	0,00	1,38	1,93	2,43	2,85	3,22	3,55	3,88	4,21	4,50	4,62	4,79	5,05	5,19
		2. režim	0,00	1,30	1,78	2,20	2,55	2,88	3,16	3,47	3,71	3,97	4,09	4,23	4,46	4,59
		3. režim	0,00	1,39	1,87	2,29	2,63	2,98	3,30	3,58	3,86	4,14	4,26	4,42	4,63	4,80

Rozjezd do oblouku o poloměru 9 metrů vpravo																					
elektrokolo	jezdec	vzdálenost [m]	Čas [s]																		
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14,13	15	16	16,13
E-totem Voyage	Jiří (65 let)	1. režim	0,00	1,01	1,62	2,13	2,58	2,94	3,31	3,66	3,97	4,26	4,57	4,87	5,15	5,42	5,71	5,76	5,98	6,21	6,28
		2. režim	0,00	1,00	1,65	2,12	2,49	2,80	3,13	3,44	3,72	3,96	4,20	4,48	4,73	4,95	5,18	5,24	5,46	5,63	5,67
		3. režim	0,00	1,08	1,71	2,18	2,61	2,99	3,34	3,68	3,98	4,28	4,54	4,80	5,00	5,26	5,52	5,55	5,76	5,97	6,00
	Jan (32 let)	1. režim	0,00	0,91	1,43	1,92	2,26	2,59	2,88	3,18	3,48	3,69	3,93	4,18	4,44	4,66	4,89	4,95	5,12	5,38	5,40
		2. režim	0,00	0,87	1,43	1,83	2,21	2,49	2,78	3,04	3,31	3,55	3,76	3,97	4,17	4,37	4,58	4,60	4,78	4,96	5,03
		3. režim	0,00	0,90	1,38	1,81	2,15	2,41	2,67	2,94	3,17	3,41	3,62	3,85	4,04	4,25	4,45	4,50	4,63	4,83	4,88
Specialized Turbo Levo	Otakar (70 let)	1. režim	0,00	0,91	1,55	2,13	2,63	3,07	3,45	3,85	4,19	4,51	4,82	5,09	5,34	5,62	5,89	5,93	6,10	6,35	6,42
		2. režim	0,00	0,90	1,44	1,99	2,38	2,76	3,02	3,31	3,55	3,75	3,94	4,15	4,36	4,56	4,76	4,80	4,94	5,11	5,15
		3. režim	0,00	0,89	1,47	1,99	2,42	2,71	3,03	3,31	3,53	3,74	3,93	4,15	4,33	4,50	4,71	4,73	4,85	5,05	5,09
	Dalibor (28 let)	1. režim	0,00	0,88	1,34	1,67	1,98	2,24	2,54	2,77	3,03	3,22	3,44	3,64	3,86	4,02	4,22	4,27	4,46	4,58	4,65
		2. režim	0,00	0,81	1,23	1,54	1,81	2,07	2,31	2,54	2,75	2,95	3,12	3,30	3,47	3,66	3,84	3,86	4,04	4,14	4,18
		3. režim	0,00	0,93	1,40	1,72	2,01	2,24	2,48	2,70	2,91	3,08	3,24	3,43	3,57	3,77	3,91	3,95	4,05	4,22	4,27
Crussis E- Atland	Lubor (60 let)	1. režim	0,00	1,10	1,63	2,13	2,55	2,88	3,19	3,54	3,89	4,17	4,44	4,72	4,98	5,25	5,55	5,60	5,83	6,05	6,12
		2. režim	0,00	1,09	1,52	1,96	2,33	2,61	2,89	3,18	3,46	3,69	3,90	4,12	4,34	4,56	4,76	4,80	5,01	5,17	5,22
		3. režim	0,00	1,05	1,48	1,86	2,16	2,43	2,69	2,95	3,17	3,37	3,59	3,79	4,00	4,17	4,36	4,40	4,53	4,69	4,72
	Matěj (28 let)	1. režim	0,00	0,87	1,32	1,67	1,97	2,27	2,52	2,79	3,03	3,26	3,48	3,69	3,90	4,11	4,31	4,36	4,53	4,75	4,79
		2. režim	0,00	0,88	1,33	1,66	1,95	2,20	2,45	2,68	2,89	3,09	3,27	3,47	3,67	3,83	4,01	4,05	4,17	4,35	4,41
		3. režim	0,00	0,80	1,18	1,50	1,77	1,99	2,21	2,44	2,63	2,81	3,00	3,19	3,35	3,53	3,70	3,74	3,85	4,02	4,07
Leader Fox Venosa Lady	Dana (62 let)	1. režim	0,00	1,08	1,71	2,35	2,93	3,51	4,01	4,49	4,91	5,24	5,58	5,90	6,23	6,50	6,82	6,87	7,09	7,39	7,46
		2. režim	0,00	1,03	1,59	2,14	2,59	2,93	3,27	3,59	3,88	4,15	4,40	4,60	4,90	5,14	5,37	5,43	5,61	5,82	5,89
		3. režim	0,00	1,08	1,66	2,15	2,58	2,94	3,24	3,54	3,83	4,06	4,29	4,53	4,77	4,99	5,23	5,27	5,45	5,65	5,71
	Tereza (27 let)	1. režim	0,00	1,14	1,64	2,04	2,41	2,75	3,04	3,32	3,60	3,84	4,07	4,33	4,59	4,80	5,03	5,07	5,26	5,51	5,55
		2. režim	0,00	0,86	1,41	1,86	2,17	2,46	2,74	3,00	3,27	3,50	3,71	3,95	4,17	4,40	4,63	4,66	4,84	5,04	5,08
		3. režim	0,00	1,02	1,47	1,92	2,25	2,54	2,83	3,07	3,32	3,55	3,76	3,97	4,18	4,38	4,58	4,62	4,78	4,96	5,00



Rozjezd do oblouku o poloměru 9 metrů vpravo																					
elektrokolo	jezdec	vzdálenost [m]	Čas [s]																		
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14,13	15	16	16,13
Crussis E-Cross	Oldřich (62 let)	1. režim	0,00	1,00	1,45	1,82	2,14	2,42	2,70	2,96	3,19	3,40	3,63	3,85	4,03	4,23	4,43	4,47	4,63	4,86	4,91
		2. režim	0,00	0,97	1,39	1,71	2,02	2,25	2,49	2,71	2,92	3,11	3,30	3,50	3,69	3,89	4,08	4,12	4,27	4,47	4,51
		3. režim	0,00	0,90	1,30	1,58	1,85	2,03	2,24	2,45	2,66	2,85	3,00	3,17	3,35	3,53	3,71	3,75	3,88	4,05	4,11
	Vítězslav (30 let)	1. režim	0,00	0,88	1,47	1,87	2,26	2,55	2,84	3,16	3,41	3,68	3,89	4,16	4,39	4,62	4,84	4,89	5,13	5,30	5,34
		2. režim	0,00	0,92	1,35	1,81	2,13	2,43	2,70	3,00	3,24	3,47	3,67	3,90	4,10	4,27	4,47	4,50	4,66	4,87	4,93
		3. režim	0,00	0,89	1,32	1,78	2,15	2,39	2,68	2,93	3,16	3,36	3,56	3,76	3,96	4,14	4,34	4,38	4,52	4,72	4,75
Crussis E-Cross Lady	Hana (60 let)	1. režim	0,00	1,18	2,03	2,70	3,21	3,62	4,00	4,38	4,70	5,02	5,31	5,59	5,87	6,16	6,46	6,49	6,74	7,05	7,11
		2. režim	0,00	1,39	2,36	2,86	3,27	3,55	3,85	4,18	4,44	4,68	4,92	5,15	5,39	5,63	5,88	5,92	6,09	6,30	6,34
		3. režim	0,00	1,47	2,36	2,89	3,27	3,62	3,90	4,19	4,45	4,68	4,86	5,09	5,31	5,55	5,76	5,82	5,98	6,21	6,29
	Veronika (31 let)	1. režim	0,00	1,34	1,90	2,36	2,80	3,14	3,48	3,81	4,13	4,41	4,67	4,96	5,24	5,47	5,75	5,79	5,99	6,26	6,30
		2. režim	0,00	1,21	1,71	2,14	2,45	2,76	3,08	3,34	3,61	3,82	4,08	4,29	4,52	4,76	5,00	5,05	5,25	5,46	5,51
		3. režim	0,00	1,10	1,57	1,97	2,28	2,56	2,82	3,07	3,32	3,57	3,78	3,99	4,21	4,43	4,66	4,70	4,85	5,06	5,11

Příloha č. 8: Hodnoty příčného přemístění – elektrokola

Elektrokolo	Jezdec	Rychlost [km/h]	Skutečná nájezdová rychlost [km/h]	Vzdálenost zahájení manévru od překážky [m]	Příčné přemístění y [m]	Čas přemístění celkem [s]	Příčné zrychlení $a_y$ [m/s <sup>2</sup> ]
e-totem Voyage	Jiří (65 let)	10	11,3	4	1,5	1,88	1,70
		15	14,79	5	1,35	1,66	1,96
		20	19,52	5,5	1,5	1,5	2,67
		25	24,09	6	1,5	1,32	3,44
	Jan (32 let)	10	11,52	3,5	1,2	1,7	1,66
		15	16,19	2,5	1	1,17	2,92
		20	22,11	5	1,25	1,3	2,96
		25	26,8	6,5	1,5	1,4	3,06
Specialized Turbo Levo	Otakar (70 let)	10	11,3	3,5	1,35	1,35	2,96
		15	15,38	6	1,6	1,5	2,84
		20	20,89	7	1,75	1,5	3,11
		25	24,56	6	1,15	1,1	3,80
	Dalibor (28 let)	10	10,19	3,5	1,25	1,55	2,08
		15	15,05	4	1,2	1,37	2,56
		20	20,2	5	1,3	1,52	2,25
		25	25,24	4,5	1,1	1,18	3,16
Crussis E-Atland	Lubor (60 let)	10	10,8	5	1,5	1,71	2,05
		15	15,4	5,5	1	1,45	1,90
		20	20,8	4,5	1,5	1,32	3,44
		25	24,1	6	1,5	1,23	3,97
	Matěj (28 let)	10	10,53	3	1	1,3	2,37
		15	15,4	4	1,15	1,32	2,64
		20	20,3	5	1,1	1,38	2,31
		25	26,6	5,5	1,2	1,1	3,97
Leader Fox Venosa Lady	Dana (62 let)	10	10,16	4	1,7	2,55	1,05
		15	15,25	6	1,1	1,98	1,12
		20	19,48	5,5	1,25	1,67	1,79
		25	nekonalo se				
	Tereza (27 let)	10	11,94	4	1	1,48	1,83
		15	15,18	4	1,5	1,61	2,31
		20	20,93	5	1,1	1,24	2,86
		25	25,62	4,5	1,25	1,35	2,74
Crussis E-Cross	Oldřich (62 let)	10	9,87	3	1,1	1,4	2,24
		15	15,62	4	1,7	1,5	3,02
		20	21	4,5	1,75	1,45	3,33
		25	23,73	4,5	1,5	1,24	3,90
	Vítězslav (30 let)	10	11,12	4	1,25	2,06	1,18
		15	15,39	2,5	1,1	1,34	2,45
		20	22,1	4	1,8	1,73	2,41
		25	26,7	5	1,85	1,58	2,96

<b>Elektrokolo</b>	<b>Jezdec</b>	<b>Rychlost [km/h]</b>	<b>Skutečná nájezdová rychlost [km/h]</b>	<b>Vzdálenost zahájení manévru od překážky [m]</b>	<b>Příčné přemístění y [m]</b>	<b>Čas přemístění celkem [s]</b>	<b>Příčné zrychlení <math>a_y</math> [m/s<sup>2</sup>]</b>
Crussis E-Cross Lady	Hana (60 let)	10	11,02	3,5	1,65	2,39	1,16
		15	15,63	4,5	1,5	1,88	1,70
		20	21,13	6	1,25	1,56	2,05
		25	24,36	6,5	1,75	1,71	2,39
	Veronika (32 let)	10	10,39	5	1,3	2,09	1,19
		15	14,51	4,5	1,15	2,2	0,95
		20	19,02	5	1,25	1,96	1,30
		25	24,22	6,5	1	1,4	2,04