



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

ODEZVA VOZIDLA V PŘÍPADĚ UŽITÍ START-STOP SYSTEMU

VEHICLE RESPONSE WHEN USING THE START-STOP SYSTEM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Denisa Vaňková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. David Jelínek

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Studentka:	Ing. Denisa Vaňková
Studijní program:	Expertní inženýrství v dopravě
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	Ing. David Jelínek
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:

Odezva vozidla v případě užití Start–Stop systému

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V souvislosti tlakem na omezování produkce některých emisí z dopravy, která je zakotvena v dokumentech EU, reagovali výrobci ve snaze snížit spotřebu vozidel implementací Start–Stop systémů. Ty s sebou kromě uplatnění dalších konstrukčních dílů, které logicky přináší další navýšení potenciálu poruchovosti, nesou také dopady do dynamiky vozidla zejména při rozjezdu z klidového stavu. Ve vazbě na technickou analýzu dopravních nehod se jedná o prodloužení doby nezbytné například pro pohyb vozidla v křižovatce. Právě na vyjádření rozdílů časů dle různé konstrukce bude práce zaměřena.

Cíle diplomové práce:

V rámci práce bude provedeno zpracování přehledu nejčastěji využívaných systémů Start–Stop v osobních vozidlech vybraných značek.

Jedná se zejména o zjištění rozdílů v odezvě vozidla při rozjezdu, tedy rozdíl časů od kontaktu s pedálem akcelérátoru do uvedení vozidla do pohybu (například rozjezd vozidla po zastavení z křižovatky).

Na konkrétních případech bude provedeno měření, a to u vozidel vybavených manuální a automatickou převodovkou.

Cílem je vyjádření rozdílů časů odezvy vozidla na pokyn řidiče v závislosti na konstrukci pohonného ústrojí a převodovky.

Seznam literatury:

Unfallrekonstruktion, ISBN 3 00 019419 3

Soudní inženýrství, ISBN: 978-80-7204-681-2

Technická dokumentace výrobců vozidel

Ostatní - dle doporučení vedoucího 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 práca sa zaoberala výskumom odozvy vozidla v prípade využitia systému Start-Stop v osobných automobiloch s manuálnou aj automatickou prevodovkou. Namerané hodnoty pomocou pripojenia vodičov zo zbernice CAN-bus s využitím Start-Stop systému boli porovnané s hodnotami v totožných vozidlách bez využitia funkcie Start-Stop. Ako kontrolný prvok merania bol využitý prístroj skonštruovaný špeciálne pre potreby týchto meraní, fungujúci na základe kolieska otáčajúceho sa rovnomerne s pohybom vozidla a optického snímača, ktorý zaznamenáva pohyb. Namerané výsledky majú za úlohu preukázať dĺžku odozvy vozidla s využitím funkcie Start-Stopu a zistiť, či má tento systém vplyv na oneskorenie rozjazdu v bežnej premávke. Využitím merania dát pomocou CAN-busu sú k dispozícii podrobné grafy rozjazdov všetkých skúmaných vozidiel. Skúmaním bolo zistené, že záleží na použitom druhu prevodovky vo vozidle, pričom pri manuálnej prevodovke nemá Start-Stop veľký vplyv na plynulosť premávky v zmysle odozvy vozidla na vodiča. Pri automatickej prevodovke záleží na jej druhu a rozdiely medzi jednotlivými rozjazdmi so zapnutým a vypnutým systémom Start-Stop sa značne líšili. Presnosť merania bola podobná pri oboch meracích prístrojoch no lepšie využitie má meranie pomocou zbernice CAN-bus, nakoľko je možné zo získaných dát určiť presný priebeh rozjazdu. Vyrobený merací prístroj je zase jednoduchší na obsluhu a vyhodnotenie dĺžky rozjazdu prebehne automaticky, ihneď po jeho vykonaní. Na základe tejto práce je možné v budúcnosti vykonať rozsiahlejší výskum, ktorého účel by mohla byť kategorizácia dĺžok rozjazdov podľa jednotlivých vozidiel dôležitých hlavne pre potreby analýzy dopravných nehôd.

Abstract

The diploma thesis deals with the research of vehicle response in case of using the Start-Stop system in passenger cars with manual and automatic transmission. Values measured using CAN-bus connection of the drivers using Start-Stop system are compared with values from identical vehicles without using the Start-Stop function. A device designed specifically for the purpose of these measurements is used as the control element of the measurements, operating on the basis of a wheel rotating uniformly with the movement of the vehicle and an optical sensor which detects the movement. The measured results are intended to demonstrate the response time of the vehicle using the start-stop function and to determine whether this system has an effect on the starting delay in normal traffic. By using CAN-bus data measurements, detailed start-up graphs are available for all the vehicles studied. The study found that it depends on the type of gearbox used in the vehicle, while with a manual gearbox, Start-Stop does not have a large impact on the flow of traffic in terms of the vehicle's response to the driver. For automatic transmission, it depends on

its type, and the differences between individual starts, with the Start-Stop system on and off, differed considerably. The accuracy of the measurement was similar for both measuring devices, but the CAN-bus measurement is more useful, as it is possible to determine the exact course of the start from the obtained data. The manufactured measuring device is easier to operate and the evaluation of the run-up length is done automatically, immediately after the run-up. Based on this work, more extensive research can be carried out in the future, the purpose of which could be to categorize the run-off lengths by individual vehicles, which is particularly important for the purposes of accident analysis.

Klíčové slová

Start-Stop systém, osobný automobil, prevodovka, CAN-bus, optický snímač, odozva vozidla, BMW, Mazda, Škoda

Keywords

Start-Stop system, passenger car, gearbox, CAN-bus, optical sensor, vehicle response, BMW, Mazda, Škoda

Bibliografická citácia

VAŇKOVÁ, Denisa. Odezva vozidla v případě užití Start-Stop systému [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/143880>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znalectví ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce David Jelínek.

Prehlásenie

Prehlasujem, že svoju diplomovú prácu na tému „Odezva vozidla v prípade užití Start-Stop systému“ som vypracovala samostatne pod vedením vedúceho diplomovej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce. Ako autorka uvedenej diplomovej práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto diplomovej práce som neporušil/a autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahla nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a/alebo majetkových a som si plne vedomá následkov porušenia ustanovení § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom, o právach 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

Podakovanie

Na tomto mieste by som chcela poďakovať predovšetkým vedúcemu mojej diplomovej práce pánovi inžinierovi Davidovi Jelínkovi, ktorý mi ochotne pomáhal pri meraniach, viedol moju prácu a smeroval ma svojimi radami počas celej doby výskumu. Tiež by som rada poďakovala pánovi inžinierovi Španělovi a firme CANLAB s.r.o. za zapožičanie meracích prístrojov z ich dielne a za pomoc pri práci s CAN-busom. Samozrejme nemôžem zabudnúť na poďakovanie celému „DREAM TEAMu“ hlavne za technické rady a odborné konzultácie a všetkým ostatným kamarátom a rodine, ktorých nemôžem jednotlivo menovať ale patrí im vďaka.

OBSAH

OBSAH.....	13
ÚVOD.....	16
2 SÚČASNÝ STAV	17
2.1 História	17
2.2 Funkcia systému start-stop.....	17
2.2.1 NEDC a WLTP	18
2.3 Podmienky pre prevádzku systému Start-stop.....	20
2.4 Start-stop podľa výrobcu.....	20
2.4.1 Bosch.....	21
2.4.2 Kia Motors	21
2.4.3 Valeo	21
2.4.4 Mazda.....	22
2.5 Výhody a nevýhody	22
2.6 Emisie výfukových plynov	23
2.6.1 Meranie emisií motorov v reálnej prevádzke.....	24
2.6.2 Vzťah medzi znížením spotreby paliva, počtu pevných častíc a segmentmi voľnobehu	25
2.7 Prevodovky.....	26
2.7.1 Manuálna prevodovka.....	27
2.7.2 Automatická prevodovka	28
2.8 Reakčná doba	30
2.8.1 Členenie reakčnej doby podľa subsystému vodič + vozidlo.....	30
2.9 CAN-Bus.....	32
2.9.1 Priebeh dátového prenosu	33
3 FORMULÁCIA PROBLÉMOV A STANOVENIE CIEĽOV RIEŠENIA	34
4 POUŽITÉ METÓDY A ICH ZDÔVODNENIE.....	36
4.1 Meranie pomocou kolieska s optickým senzorom	36
4.1.1 Konštrukcia prístroja	36
4.1.2 Použitý softvér	40
4.2 Meranie pomocou zbernice CAN-BUS.....	41
4.2.1 Získanie dát.....	42
4.2.2 USB2CAN adaptér	42
4.2.3 Diagnostický softvér.....	43

4.3	Podmienky meraní.....	45
4.3.1	<i>Miesto merania</i>	45
4.3.2	<i>Testované vozidlá</i>	46
4.3.3	<i>Realizácia meraní</i>	47
5	DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY	48
5.1	Mazda CX-3 – Manuálna prevodovka	48
5.1.1	<i>Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom</i>	48
5.1.2	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop</i>	50
5.1.3	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop</i>	53
5.2	BMW F20 – manuálna prevodovka	55
5.2.1	<i>Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom</i>	55
5.2.2	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop</i>	56
5.2.3	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop</i>	57
5.3	Škoda – manuálna prevodovka	57
5.3.1	<i>Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom</i>	57
5.3.2	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop</i>	58
5.3.3	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop</i>	59
5.4	Mazda – Automatická prevodovka	59
5.4.1	<i>Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom</i>	59
5.4.2	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop</i>	60
5.4.3	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop</i>	61
5.5	BMW – Automatická prevodovka	62
5.5.1	<i>Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom</i>	63
5.5.2	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop</i>	63
5.5.3	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop</i>	64
5.6	Škoda – Automatická prevodovka	64
5.6.1	<i>Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom</i>	64
5.6.2	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop</i>	65
5.6.3	<i>Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop</i>	66
6	ANALÝZA VÝSLEDKOV RIEŠENÍ	67
6.1	Manuálna prevodovka.....	68
6.2	Automatická prevodovka	68
	ZÁVER.....	71
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	74
	ZOZNAM TABULIEK	76

ZOZNAM GRAFOV	77
ZOZNAM OBRÁZKOV.....	77
ZOZNAM PRÍLOH	78

ÚVOD

V dobe, kedy sú pohonné hmoty stále viac drahšie je nutné myslieť na úsporu paliva pri každodennej preprave. Okrem vysokých účtov za pohonné hmoty je spoločnosťou žiadané prihliadať aj na životné prostredie a jeho ochranu od škodlivých látok v podobe emisií, ktoré so sebou doprava nesie. Výrobcovia vozidiel sa v súvislosti s tlakom na obmedzovanie produkcie niektorých emisií z dopravy, ktoré sú zakotvené v dokumentoch EU, rozhodli na tento problém reagovať systémom Start-Stop, ktorý je implementovaný dnes už do takmer všetkých nových áut. Tento systém má za úlohu vypnúť motor vo vozidle vtedy, keď riadiaca jednotka dá pokyn. Zvyčajne je to pri zastaveniach na svetelnej križovatke, keď vozidlo stojí na červenej, pri dopravnej kongescii alebo rôznych iných dôvodoch na zastavenie vozidla v premávke. Po vypnutí motora sa zastaví spaľovanie pohonných hmôt a vypúšťanie emisií do ovzdušia. Start-Stop je účinný v novších vozidlách po splnení určitých podmienok ako je napríklad správne napätie akumulátoru, zapnuté bezpečnostné pásy, zatvorené dvere a ďalšie iné podmienky. Pri určitom kroku vodiča znovu vozidlo naštartuje a môže pokračovať ďalej v jazde.

Uplatnenie ďalších konštrukčných dielov so sebou prináša aj riziká a zvyšuje možnosť výskytu poruchy. Okrem toho so sebou implementácia systému Start-stop nesie aj dopad na dynamiku vozidla a teda aj dynamiku celej dopravy, hlavne v súvislosti s rozjazdom z pokojného stavu. Vo väzbe na technickú analýzu dopravných nehôd sa jedná o možné predĺženie doby nevyhnutne nutnej napríklad pre pohyb vozidla v križovatkách.

V nadväznosti na spomínanú problematiku bolo preto predmetom tejto práce zistenie odozvy vozidla s využitím funkcie Start-Stop a porovnanie s hodnotami odozvy vozidla bez využitia Start-Stop systému. Cieľom bolo zistiť dĺžku odozvy a samotného opätovného rozjazdu, ktorý zahŕňa štartovanie so Start-Stopom. K dosiahnutiu požadovaného cieľa boli uskutočnené merania reálnych vozidiel pomocou viacerých metód meraní, následne boli vyhodnotené a spracované do komplexných výsledkov. Meranie prebiehalo s vybranými vozidlami na vybranej predom určenej rovnej dráhe za stálych podmienok.

2 SÚČASNÝ STAV

Podľa Vlka [1] sa Systém Start-Stop vyznačuje zastavením chodu motora tesne pred zastavením vozidla a po celú dobu zastavenia (státie na semaforochoch, v kongesciách atď.). V prípade vozidla s automatickou prevodovkou sa motor automaticky naštartuje okamžite po tom, čo vodič uvoľní brzdový pedál. Ak sa jedná o manuálnu prevodovku, systém reaguje na stlačenie spojky. Systém zvyšuje akustický a jazdný komfort, hospodárnosť prevádzky a ochranu životného prostredia. Podľa Vlka je úspora spotreby paliva a emisií CO₂ u vozidiel vybavených systémom Start-Stop v približnej hodnote okolo 10 % v mestskej prevádzke a 6 % v kombinovanej prevádzke.

Start-Stop systémy znižujú emisie, prevažne CO₂, vypnutím spaľovacieho motora pri zastavení vozidla. Tým sa zabráni vstrekovaniu paliva, ktoré by inak bolo potrebné len na prekonanie strát spaľovacieho motora, tvrdí Mueller [2].

Diskutovaný problém zvýšenia emisií častíc po opätovnom naštartovaní motora, najmä v chladnom prostredí, bol spochybňovaný a v tejto práci je problematika ďalej rozvíjaná v kapitole 2.6.

2.1 HISTÓRIA

Historicky podľa Vlka [3], prvé zariadenie fungujúce ako Start-Stop systém vyvinula automobilka Toyota v roku 1964. Následne ho uplatnila v modeli Toyota Crown. Elektronika tohto vozidla vypínala motor, pokiaľ bežal 1,5 sekundy na voľnobeh. V Tokijskej prevádzke toto zariadenie údajne sporilo 10% paliva.

Dnes je hlavným dodávateľom systému samočinného vypínania motora ISG firma BOSCH. A ani dnes však nie je tento systém obľúbený, rad zákazníkov ho pokiaľ možno ihneď vypína. Vypnutie však musí byť uskutočnené pri každom štarte, čo môže byť obťažujúce.

2.2 FUKNCIA SYSTÉMU START-STOP

Podľa tvrdenia Jana Sajdla [4] vieme, že moderný systém Start-Stop vyvinula spoločnosť Bosch ako svoj príspevok ekonomickej a ekologickej prevádzke vozidiel. Systém Start-Stop dokáže vypnúť spaľovací motor v prípade pokojného stavu vozidla, teda v momente, keď motor beží na voľnobeh (napríklad v dopravnej kongescii alebo pri státi vozidla na červenú). Pokiaľ chce vodič pokračovať v jazde, stačí stlačiť spojkový pedál (pri automatickej prevodovke pustiť brzdový pedál) a motor sa znovu automaticky naštartuje. Na použitie funkcie Start-Stop vytvorili vývojári firmy

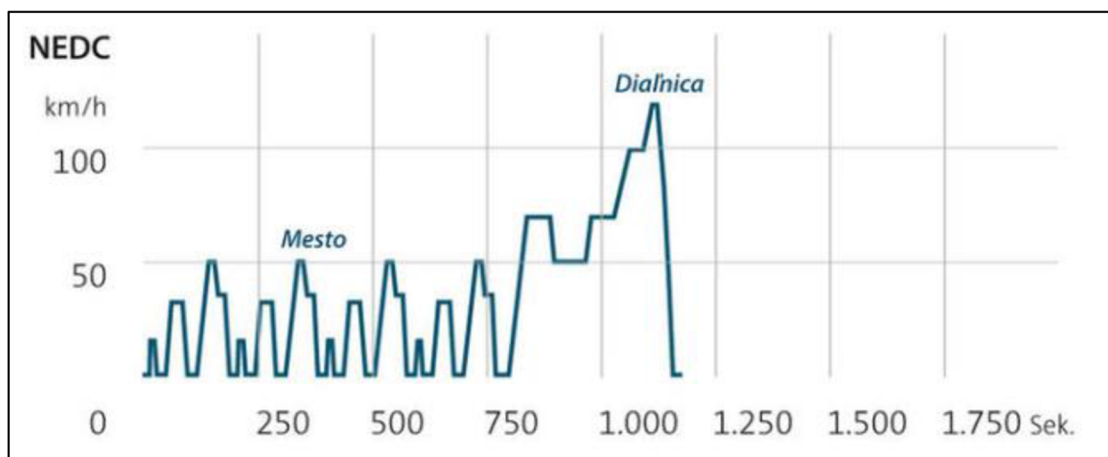
BOSCH špeciálny štartér. Životnosť tohto štartéra bola výrazne predĺžená. Štartér dostal výkonnejší elektromotor a má tichší chod.

Franco [5] vo svojej práci tvrdí, že podľa testov znižujú systémy Start-stop spotrebu paliva až o 5% pri jazde mimo mesto na základe európskeho jazdného cyklu (NEDC). Pri časti NEDC (New European Driving Cycle) reprezentujúcej mestský cyklus sa spotreba paliva zníži až o 8%. Vplyv systému Start-stop na emisie CO₂ je v NEDC väčší v dôsledku dlhšieho voľnobehu v porovnaní s WLTP. Nakoniec bolo štúdiou vykonanou Leeom [6] zistené, že účinnosť systému štart-stop z hľadiska úspory paliva (alebo emisií CO₂) sa pri prechode z cyklu NEDC na WLTP znížila v prípade testovaných vozidiel takmer o polovicu.

Pre ozrejmienie spôsobu testovania NEDC a jeho náhradu pod skratkou WLTP autorka v práci ďalej uvádza podrobnejšie vysvetlenie tejto problematiky v kapitole 2.2.1.

2.2.1 NEDC a WLTP

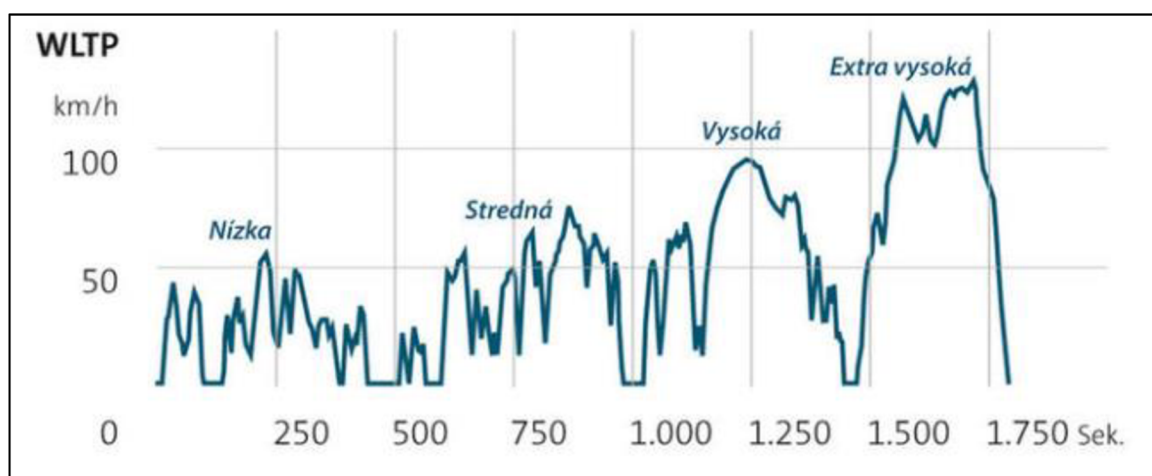
Na stránkach automobilky Volkswagen [7] je vysvetlené, že NEDC (New European Driving Cycle), teda normovaný jazdný cyklus platí pre všetky osobné vozidlá a ľahké úžitkové vozidlá. Zaviedla ho Európska komisia v roku 1992 s cieľom zistiť spotrebu paliva a emisií a poskytnúť porovnateľné hodnoty. Pri testovaní sa kladie dôraz na nasledovné parametre: teplota v testovacej miestnosti sa pohybuje v rozsahu 20 - 30°C, dĺžka trasy je 11 km, cyklus trvá 20 minút a tvoria ho dve fázy (13 minút sa simuluje jazda v meste, 7 minút trvá simulácia jazdy mimo mesta). Priemerná rýchlosť je ca. 33 km/h, maximálna je 120 km/h. Doba, počas ktorej je vozidlo nečinné činí 25%. Pre modely s manuálnou prevodovkou je radenie rýchlostí presne definované. Nezohľadňuje doplnkovú výbavu a klimatizáciu.



Obr. č. 1 –Prehľad jazdného cyklu NEDC [7]

Štandard WLTP (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure) nahradil od septembra 2017 merací cyklus NEDC. Nové testovacie metódy zabezpečujú realistickejšie hodnoty. Metóda WLTP má upravený jazdný cyklus a prísnejšie testovacie predpisy, ku ktorým okrem iného patria dlhšia doba merania a vyššia maximálna rýchlosť.

Ako popisuje vo svojom článku oficiálny web značky Volkswagen [7], priebeh testovania WLTP prebieha nasledovne: na valcovom dynamometri sa po studenom štarte merajú štyri fázy rýchlostí: do 60, do 80, do 100 a nad 130 km/h. Vozidlo počas týchto fáz opakovane akceleruje a brzdí. Maximálna rýchlosť je tak o 10 km/h vyššia ako pri cykle NEDC. Priemerná rýchlosť 47 km/h je tiež zreteľne vyššia (predtým dosahovala hodnotu ca. 33 km/h ako bolo spomenuté v práci vyššie). V testovacej miestnosti je teplota stanovená na 23°C, pri cykle NEDC dosahovala 20 - 30°C. Celý jazdný cyklus WLTP trvá asi 30 minút, cyklus NEDC si vyžadoval len 20 minút. Aj testovacia trasa sa predĺžila z 11 na 23 kilometrov, čím sa viac ako zdvojnásobila. Na rozdiel od štandardu NEDC sa pri cykle WLTP zohľadňuje individuálna špecifická výbava, ktorá ovplyvňuje hmotnosť, aerodynamiku a spotrebu energie (v pohotovostnom režime). Špecifická výbava, ktorá spotrebuje elektrickú energiu, napríklad klimatizácia a vyhrievanie sedadiel, je počas testovania vypnutá.



Obr. č. 2 – Prehľad jazdného cyklu WLTP [8]

Start-stop v prvom testovanom vozidle v štúdiu vykonanej Giuseppe Dipierrom [9] znižuje emisie CO₂ približne o 5 % v cykle NEDC, zatiaľ čo v cykle WLTP je zníženie obmedzené len na približne 2 %. Podobne v prípade druhého testovaného vozidla je zníženie v cykle NEDC približne 4 %, zatiaľ čo v cykle WLTP len približne 2 %. Podiel fázy zastavenia klesá z 23,7 % na 12,6 %; z tohto dôvodu je technológia Start-stop menej účinná z hľadiska zníženia emisií CO₂.

2.3 PODMIENKY PRE PREVÁDZKU SYSTÉMU START-STOP

Z rôznych zdrojov je možné nájsť viacero zoznamov podmienok pre prevádzku systému. Podľa magazínu Autodoc [3] existuje prierez desiatich základných podmienok umožňujúcich prevádzku Start-Stop systému. Pravidlá sú všeobecné a líšia sa môžu podľa výrobcu drobnými rozdielmi:

1. Kapota a dvere vodiča musia byť zatvorené.
2. Vodič je pripútaný pomocou bezpečnostného pásu.
3. Motor je dostatočne zahriaty.
4. Otáčky motora nepresahujú mieru hodnôt otáčok pri voľnobehu.
5. Rozmrazovanie okna je vypnuté.
6. Teplota interiéru sa od nastavenej hodnoty nelíši viac ako o 8 stupňov. Platí to hlavne pre zimné obdobie.
7. Autobatéria je nabitá tak, že jej hodnota nie je pod hodnotou určenou pre daný systém (napríklad, pre systém ISG je to 75%).
8. Stály odber elektrickej energie – v prípade zvýšenia odberu dochádza k deaktivácii Start-Stop systému.
9. Alternátor je plne funkčný.
10. Uhol natočenia volantu je zanedbateľný.

Zo zistení autorky tejto práce možno usudzovať, že skutočnosti pre zastavenie činnosti motora na základe systému Start-Stop sa veľmi líšia podľa výrobcu a modelu vozidla. Testované vozidlo Mazda 6 (ďalej popísané v tejto práci) má v ovládaní vozidla zabudovaný softvér, ktorý vodiča upozorní na pripravenosť systému na zastavenie. Upozornenie prebieha štýlom vizualizácie pripravenosti akumulátora (napätie), klimatizácie (odber energie) a teploty motora. Pri ostatných testovaných vozidlách sa autorka práce s takouto možnosťou nestretla a na margo toho nebolo možné zistiť príčinu, prečo v niektorých momentoch bol Start-Stop riadiacou jednotkou deaktivovaný. Na pripravenosť Start-Stopu autorka reaguje ďalej v práci vo vyhodnotení dosiahnutých výsledkov jednotlivých vozidiel.

2.4 START-STOP PODĽA VÝROBCU

Každý výrobca áut ponúka vlastný spôsob implementácie automatického vypnutia motora a reštartovania pohonnej jednotky. Najznámejšie sú technológie od týchto spoločností: Bosch, Kia Motors, Valeo a Mazda. [3] Detailnejšie sú popísané v nasledujúcich podkapitolách.

2.4.1 Bosch

Systém od výrobcu Bosch sa nazýva Stop&Start. Umožňuje zredukovať množstvo škodlivých látok vo výfukových plynch o 8% a spotrebu paliva o 15%. Je možné ho nájsť v autách Audi, BMW, Volkswagen, Škoda, Fiat, alebo v modeloch iných značiek. Vyžaduje si použitie výkonnejšieho štartéra, ktorý je dimenzovaný na vyšší počet naštartovaní motora. Systém je riadený pomocou elektronickej riadiacej jednotky motora. Prevádzka je založená na údajoch týchto snímacích prvkov: snímač rýchlosti vozidla, snímače polohy spojkového a brzdového pedála, snímač polohy kľukového hriadeľa, snímač nabitia autobatérie atď. Po tom, čo systém deteguje, že auto zastavilo, systém automaticky vypne motor. Keď je v aute s manuálnou prevodovkou stlačený spojkový pedál, alebo v autách s automatickou prevodovkou uvoľnený brzdový pedál, motor sa naštartuje. Novšie generácie tohto systému sú úspornejšie, pretože jednotku štartovania je možné vypnúť aj počas jazdy, ale iba v prípade, že elektronická riadiaca jednotka k tomu poskytne príkaz po dosiahnutí určitej rýchlosti a po určení, či auto nebude zatáčať, alebo či je cesta naklonená a podobne. [3]

Štartér spoločnosti Bosch používa riadiaci softvér, ktorý je integrovaný do riadiacej jednotky motora a snímač batérie, ktorý podľa údajov spoločnosti zaznamenáva aktuálne nabitie batérie a tieto informácie prenáša do systému riadenia energie. Súčasťou systému je aj snímač kľukového hriadeľa a senzory na pedáloch. [5]

2.4.2 Kia Motors

Systém od Kia Motors, známy ako ISG (Idle Stop&Go), funguje na rovnakom princípe ako Stop&Start od Bosch, ale okrem vypnutia a zapnutia motora tiež riadi prácu alternátora. Pri zrýchľovaní ho systém odpojí a záťaž sa preniesie na autobatériu. Pri brzdení sa alternátor znova aktivuje a autobatéria sa dobíja. Tento prístup umožňuje ušetriť až 6% paliva v kombinovanom cykle a až 15% pri jazde v meste. [3]

2.4.3 Valeo

Systém od výrobcu Valeo má názov STARS (Starter Alternator Reversible System). Systém sa používa v autách Citroën, Mercedes-Benz a ďalších. Umožňuje znížiť spotrebu paliva asi o 10%. Má vlastnú riadiacu jednotku. Systém využíva reverzný alternátor, ktorý kombinuje funkciu štartéra a alternátora. Vďaka špeciálnemu pohonnému remeňu a napínaciemu prvku môže toto zariadenie prenášať silu v jednom alebo v dvoch smeroch, podľa potreby: raz sa zameriava na pohonnú jednotku a raz na nabíjanie batérie. Hlavnou výhodou tohto systému je rýchla reakcia: na naštartovanie motora je potrebná len polovica času než v prípade tradičného štartéra. [3]

2.4.4 Mazda

Tento systém, ktorého výrobca je Mazda, má názov SISS (Smart Idle Stop System) alebo i-Stop. Je kompatibilný iba s automatickou prevodovkou alebo benzínovými motormi s priamym vstrekovaním u vozidiel Mazda. Zaručuje úsporu paliva až do 9%. Opakovaný štart motora je zaručený vďaka nútenému vstrekovaniu paliva do valcov a zapáleniu zmesi paliva a vzduchu. Počas brzdenia pred plánovaných zastavením a vypnutím motora sa piesty nastavujú do polohy, ktorá je najvhodnejšia pre rýchly reštart. Štartér sa používa iba ako pomocný zdroj energie. [3]

2.5 VÝHODY A NEVÝHODY

Dopravné kongescie sú v moderných mestách veľkým problémom. Podľa najnovšieho výskumu od americkej spoločnosti INRIX Roadway Analytics [3] v roku 2017 strávili obyvatelia Moskvy v kongesciách 91 hodín, obyvatelia Londýna 73 hodín, Paríža 65, Istanbulu 59, Zürichu 54, Mníchova 49, Osla 47. A to platilo iba na 240 pracovných dní v roku, pričom sa do prieskumu nezahrnuli víkendy. Jazda v kongescii výrazne zvyšuje spotrebu paliva, a čím viac paliva sa spáli, tým viac škodlivých látok sa vypúšťa do ovzdušia. Hlavným cieľom systému Start-stop je vyriešenie tohto problému. Pri zastavení motora, keď nie je jeho prevádzka potrebná, systém prispieva k výraznému šetreniu paliva.

Používanie tohto systému má podľa totožného zdroja [3] ešte jednu veľkú výhodu. Minimalizovaním počtu hodín voľnobehu a minimalizovaním pridávania dodatočnej záťaže na pohonnú jednotku pri nízkych otáčkach tento systém prispieva k optimálnemu výkonu katalyzátora, predlžuje sa jeho životnosť, zabraňuje sa tvorbe uhlíkových usadenín na sviečkach zapáľovania. V dieselových motoroch sa spomaľuje tvorba usadenín na EGR ventile, redukuje sa spotreba močoviny, prispieva sa k účinnejšej regenerácii dieselového filtra pevných častíc.

Systém Start-Stop má avšak aj niektoré nevýhody. Vyžaduje si použitie výkonnejšieho vybavenia ako pri vozidlách bez Start-Stopu – štartér a autobatéria. Tieto zariadenia sú dvojnásobne drahšie oproti bežným. Opakované štartovanie motora zatažuje ložiská kľukového hriadeľa. Podľa interview v britskom magazíne Autocar, Gerhard Arnold, riaditeľ oddelenia Federal Mogul [3], upozornil, že bežný motor má životnosť bez problémov viac ako 50 000 vypnutí a naštartovaní motora. Avšak so systémom Start-Stop môže počet týchto cyklov narásť na viac ako 500 000, keďže sa pri zastaveniach opakovane motor vypína a štartuje. V tomto prípade je tu veľké riziko výrazného opotrebenia ložísk už po 100 000 naštartovaniach.

Ďalším nepríjemným faktorom je oneskorenie naštartovania. Napriek faktu, že je len malé (v systémoch so zosilneným štartérom - 0.8 sekundy, s reverzným alternátorom - 0.4 sekundy, s

nastavením vstrekovania paliva - 0.35 sekundy) robí jazdu pre mnohých vodičov mierne nepríjemnou. Okrem toho, funkčnosť systému je možná iba pri splnení určitých podmienok spomenutých vyššie. Preto sa autorka tejto práce bude tejto téme venovať.

2.6 EMISIE VÝFUKOVÝCH PLYNOV

Obmedzovanie škodlivých emisií výfukových plynov osobných vozidiel bolo povinne zavedené prvýkrát v roku 1968 v USA v Kalifornii. Dnes existujú v mnohých krajinách predpísané testy emisií (napríklad pre Európu WLTP, viď kapitola 2.2.1), ktoré zaisťujú, že nebudú prekročené stanovené hodnoty.

Po vzniku Európskej únie existujú v Európe dva paralelné legislatívne systémy. Prvý systém predstavujú predpisy Európskej hospodárskej komisie (EHK) označované (rovnako ako výrobky podľa nich schvaľované) symbolom „e“ v krúžku. Všeobecne predpisy EHK, teda nielen tie emisné, vznikajú v rámci jednotlivých komisií zložených zo zástupcov zainteresovaných krajín. Ich konečné schválenie a vydanie zaisťuje OSN. Aj keď predpis začne platiť (a k tomu je potreba, aby ho prijali najmenej dve krajiny), neznamená to, že je pre všetky štáty združené v EHK automaticky povinný. Pristúpenie k predpisom EHK je dobrovoľné a jednotlivé krajiny sa pre prijatie predpisu a termín jeho zavedenia rozhodujú na základe svojej možnosti a svojej potreby. Druhým systémom sú tzv. smernice (direktívy) Európskej únie (EÚ), ktoré sú povinné pre všetky členské krajiny EÚ. Pre označovanie týchto predpisov, resp. výrobkov sa používa symbol „e“ v krúžku. [10]

V rámci EHK platia pre emisie škodlivín produkovaných spaľovacími motormi cestných vozidiel nasledujúce predpisy:

- Predpis EHK 83, ktorý v roku 1989 nahradil skôr platný predpis EHK 15 používaný v ČR od roku 1972. Je určený najmä pre vozidlá kategórie M1 a N1 do 3,5 t celkovej hmotnosti a limituje emisie zložiek CO, HC, NO, a od revízie EHK 83.01 aj emisie škodlivých častíc u vznetrových motorov. Charakteristickým znakom metodiky skúšok podľa predpisu EHK 83 je, že pri vozidlách s celkovou hmotnosťou do 3,5 t sa skúška vykonáva pri teste simulujúcom jazdu vozidla na valcovej skúšobni. Meranie má kumulatívny charakter, tzn. výfukové plyny sa zachytávajú do vakov a výsledné koncentrácie sú udávané v g na km, skorej gramy na test.
- Predpis EHK 49 limituje emisie škodlivých plynných zložiek CO, HC, NO_x a častíc u vznetrových motorov vozidiel kategórií M2, M3, N1, N2, N3 (vozidlá kategórie N1 poháňané vznetrovým motorom je možné homologovať podľa predpisu EHK 83 aj EHK 49).

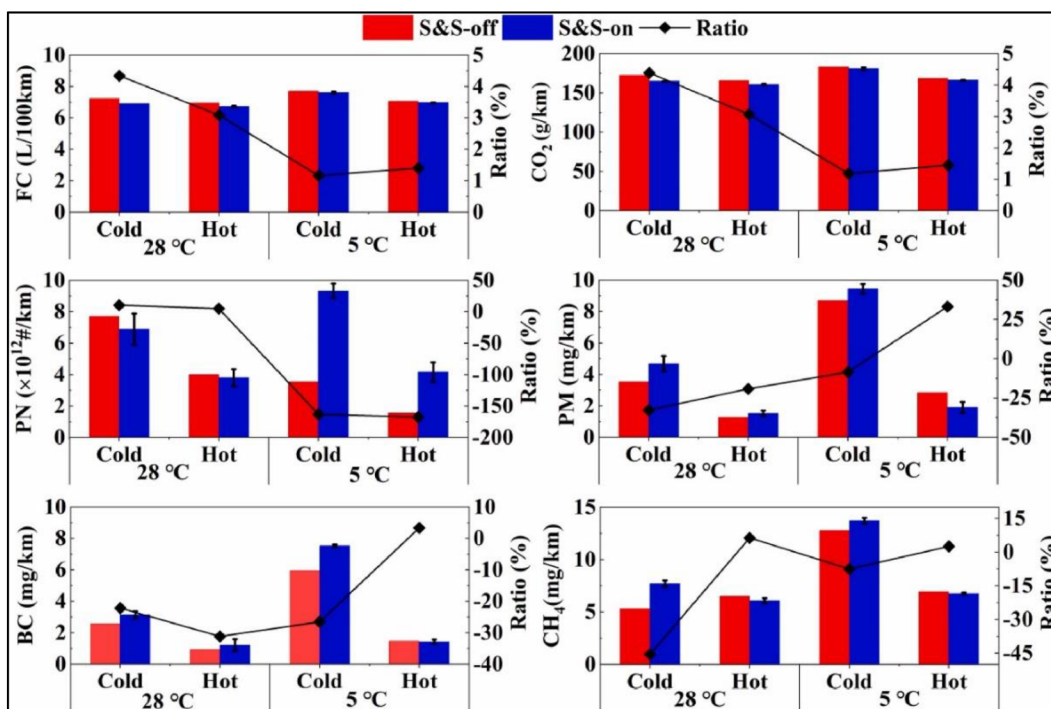
- EHK 24 je predpis, ktorý limituje emisie viditeľných škodlivín, teda dymivosť. Platí preto pre vozidla všetkých kategórií (M1 až N3) poháňané vznetrovým motorom.

Predpisy EHK sa vyvíjajú a sú priebežne revidované. Revízie spočívajú predovšetkým v sprísňovaní limitov alebo rozšírení sledovaných zložiek. [10]

2.6.1 Meranie emisií motorov v reálnej prevádzke

Podľa štúdie vykonanej v Číne autorom Zhu [11] v septembri 2022, ktorá bola zameraná na vplyv systému Start-Stop na emisie pevných častíc, vyvoláva veľké obavy potenciál zvýšenia emisií častíc po opätovnom naštartovaní motora, najmä v chladnom prostredí. Na preskúmanie účinkov systémov Start-Stop na spotrebu paliva a výfukové emisie sa v štúdiu použil dynamometer na meranie spotreby paliva, pevných častíc (PM), počtu pevných častíc (PN), distribúcie veľkosti častíc a čierneho uhlíka (BC). Testovali sa ľahké úžitkové vozidlá v horúcom (28 °C) aj studenom (5 °C) prostredí.

Prevádzka Start-Stop viedla k úspore paliva 3,1 – 4,3 % pri 28 °C, ale mala tendenciu zvyšovať emisie častíc, najmä BC (21,8 – 31,8 %) a PM (19,2 – 32,8 %). Hoci emisie PN so zapnutým Start-Stop počas celého cyklu boli o niečo nižšie ako emisie s vypnutým Start-Stop, počas momentov reštartovania motora sa emitovalo viac častíc. V chladnom prostredí bola výhoda úspory paliva systému Start-Stop oslabená a negatívne dopady na emisie častíc počas momentu reštartu sa zhoršili.



Obr. č. 3 - Porovnanie emisií so zapnutým a vypnutým Start-Stop pre studené a teplé štarty [11]

Výsledky tejto štúdie teda naznačujú, že systém Start-Stop síce znižuje spotrebu paliva ale hodnoty emisií sú vyššie a zároveň je potrebné komplexné vyhodnotenie systému v chladnom prostredí, aby sa určila použiteľnosť nových technológií motora a dodatočných úprav.

2.6.2 Vzťah medzi znížením spotreby paliva, počtu pevných častíc a segmentmi voľnobehu

Teoreticky má systém Start-Stop rôzne účinky na spotrebu paliva počas úsekov zastavenia a opätovného rozjazdu. Na jednej strane sa pomocou systému Start-Stop-on môže ušetriť palivo vstrekované na udržanie voľnobehu motora počas zastavenia. Na druhej strane sa môže spotrebovať viac paliva na opätovné naštartovanie motora po prijatí štartovacieho signálu, pretože opätovné naštartovanie studeného motora si vyžaduje bohatší pomer vzduchu k palivu [12]. Vo väčšine prípadov by za bežných jazdných podmienok zohrával kľúčovú úlohu prvý efekt, konkrétne by množstvo ušetreného paliva bolo väčšie ako dodatočná spotreba v okamihu opätovného naštartovania. Celkovo systém Start-Stop pre testované vozidlo vykazoval na základe výpočtov lepšiu spotrebu paliva. Napríklad spotreba paliva počas voľnobežných úsekov bola približne 6,9 – 7,5-krát nižšia ako dodatočná spotreba paliva počas opätovného naštartovania pre voľnobežný úsek 30 - 50 s pri 28 °C. Abas a kol. [12] tiež zistili, že keď bolo trvanie vypnutia motora kratšie, množstvo paliva ušetreného použitím systému Start-Stop bolo v priemere o 20,7 % - 11,0 % nižšie. Ak by však bolo trvanie voľnobehu v chladnom prostredí príliš krátke, účinok úspory paliva nemusí byť zrejímavý a spotreba paliva sa môže dokonca zvýšiť. Viac paliva sa spotrebovalo pri zapnutom systéme Start-Stop, keď úsek voľnobehu trval približne 10 s pri studenom štarte pri teplote 5 °C. Celkovo bola úspora paliva pozitívne korelovaná s úsekmi voľnobehu pri vypnutom motore počas zastavenia vozidla.

Podľa NEDC, čo bola norma merania spotreby paliva stálo auto počas testu až 25% meraného času, v tom prípade bola pomocou zapnutej funkcie Start-Stop znížená spotreba paliva. V porovnávacích testoch bolo dokázané, že systém znižuje emisie CO o 5% a znižuje skutočne aj spotrebu paliva. V mestách kvôli vysokému času státiu áut buď v kolónach alebo na križovatkách bola úspora emisií ešte vyššia. Jednalo sa tak až o 8-15% menej emisií v závislosti na druhu motorizácie. Úspora spotreby paliva sa podľa meraní na 100 km dá prepočítať približne na 0,03 litra, čo s porovnaním s vysokou nákladovosťou na výrobu a zabezpečením chodu systému nie je možné nepovažovať za návratné v ekonomickom smere.

2.7 PREVODOVKY

Ako bolo spomenuté už v práci vyššie, dôležitosť druhu prevodového systému pri skúmaní Start-Stopu je neodmysliteľná. Start-Stop reaguje rozdielne pri vozidlách s manuálnou a pri vozidlách s automatickou prevodovkou. Vozidlo s manuálnou prevodovkou automaticky naštartuje po stlačení spojkového pedálu a ďalej „čaká“ na rozjazd až príde pokyn od vodiča v podobe zaradenia príslušného prevodového stupňa a rozjazdu pomocou pustenja spojky. Z toho dôvodu je oneskorenie štartu podmienené z veľkej časti ľudským faktorom. Naopak je to pri vozidlách s automatickou prevodovkou. Tu je prevodový stupeň zaradený stále a tak vozidlo „čaká“ len na povolenie brzdového pedálu, to je aj podnet pre spustenie motora. Rýchlosť rozjazdu tiež závisí na konštrukcii prevodovky, teda či má treciu spojku/spojky alebo má hydrodynamický menič. V týchto prípadoch je oneskorenie iné ako pri manuálnej prevodovke a je okrem iného podmienené druhom a rýchlosťou samočinného radenia.

Prevodovka podľa publikácie Vlka [1] slúži na zmenu (spravidla zväčšovanie) prenášaného točivého momentu a jeho dlhodobého prerušenia („neutrál“) a na zmenu jeho zmyslu (spätný chod - cúvanie). Dosahuje sa toho prevodom, t. j. ústrojenstvom, ktoré stupňovito alebo plynule umožňuje zmenu rýchlostného pomeru.

Stupňové prevodovky sú buď prevodovky s ozubenými čelnými kolesami alebo prevodovky s ozubenými planétovými kolesami. Rýchlostné stupne sa radia ručne. Pri zmene jednotlivých rýchlostných stupňov sa následkom vypnutia spojky vždy preruší prenos hnacieho momentu. To je nevýhoda pri jazde v stúpaní, predovšetkým pri nákladných vozidlách [1].

Plynulé prevodovky umožňujú plynulú zmenu točivého momentu automaticky. Samočinné prevodovky s hydrodynamickým meničom majú lamelové spojky, ktoré umožňujú radenie bez prerušenia prenosu hnacieho momentu. Ich radenie takmer odpadá (volí sa výhradne len režim jazdy) [1].

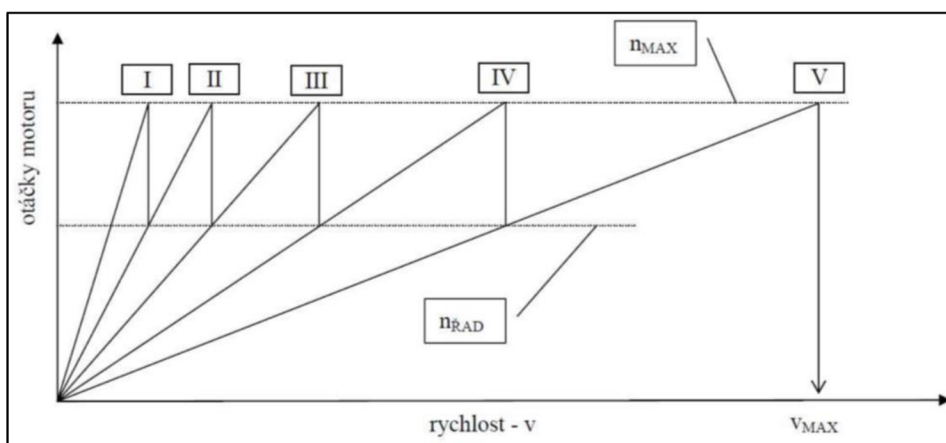
Hlavným účelom je umožniť zmenu prevodu medzi motorom a hnacími kolesami tak, aby mal motor bez ohľadu na rýchlosť jazdy stále vysoké otáčky, pri ktorých má plný výkon. Pri jazde po rovine stálou rýchlosťou musí motor okrem straty v poháňacom ústrojenstve prekonávať len odpor valenia a odpor vzduchu. Výkon motoru sa pre automobil volí tak, aby tieto odpory prekonával bez prevodu v prevodovke (priamy záber) a vysoké otáčky sa využili k dosiahnutiu najvyššej rýchlosti. Pri jazde do stúpania musí motor navyše prekonávať tiažovú zložku vozidla, ktorá pôsobí proti smeru jazdy. Pretože sa motor nesmie preťažovať a výkon motora už nestačí prekonávať všetky odpory, musí sa znížiť rýchlosť vozidla, aby sa znížil odpor vzduchu a odpor

valenia. Výkon motora klesá v závislosti na znižujúcich sa jeho otáčkach. Preto je potrebné zaradiť v prevodovke nižší rýchlostný stupeň, aby sa opäť dosiahlo vysokých otáčok a tým plného výkonu motora, ktorý by stačil na prekonávanie zvýšených jazdných odporov. [1]

Prevodovky sa delia podľa viacerých kritérií a to nasledovne: [13]

- Druh prevodu
 - o S ozubenými kolieskami, planétové
 - o Elektrické, kvapalinové, trecie
- Spôsob zmeny rýchlostného pomeru
 - o Stupňové
 - o Plynulé
- Spôsob radenia
 - o Priame, nepriame radenie
 - o Automatické

V publikácii Františka Vlka [14] je vysvetlené, že výkon motora klesá v závislosti na znižujúcich sa otáčkach a preto je potreba radiť v prevodovke nižší prevodový stupeň. Ku grafickej interpretácii prevodových stupňov slúži tzv. pílový diagram. Na nasledovnom pílovom diagrame je zobrazená závislosť rýchlosti vozidla na otáčkach motora pri jazde na jednotlivé prevodové stupne. Je vhodný pri optimalizácii prevodových pomerov.



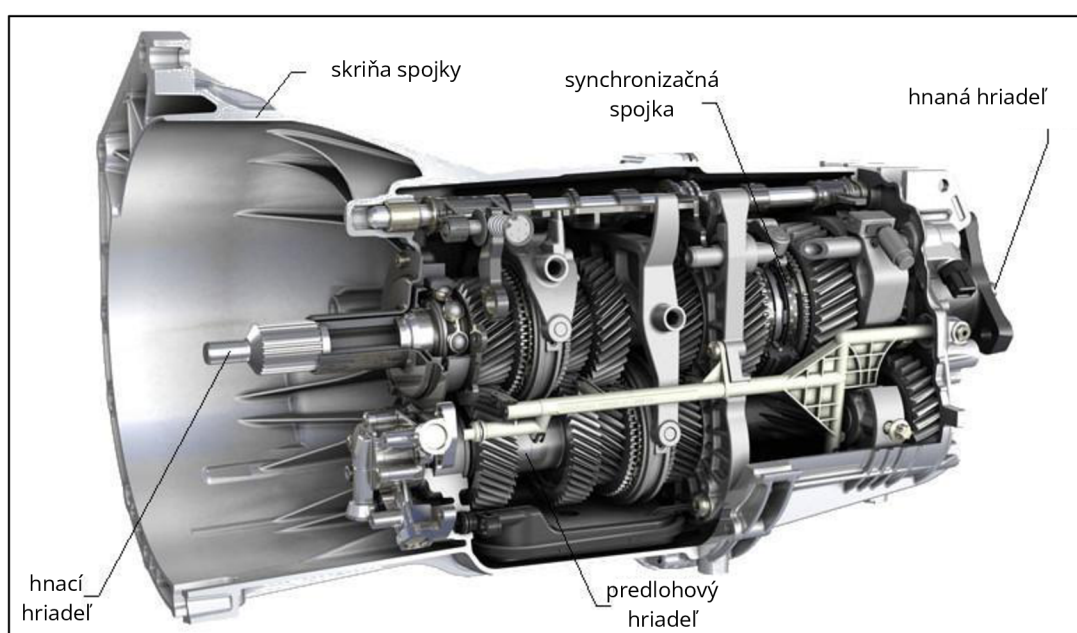
Obr. č. 4 – Pílový diagram 5-stupňovej prevodovky [15]

Pre potreby tejto diplomovej práce sa bude autorka ďalej zameriavať len na rozdelenie podľa spôsobu radenia – manuálna a automatická prevodovka.

2.7.1 Manuálna prevodovka

Podľa Vlka [14] má manuálna prevodovka 5 až 6 prevodových stupňov na jazdu dopredu a jeden prevodový stupeň na jazdu dozadu. Pomocou radenia prevodových stupňov je možné

udržiavať dostatočné otáčky motora tak, aby motor dosahoval požadovaný výkon. Čím viac má prevodovka prevodových stupňov, tým hospodárnejšie sa dá výkon motoru využívať. Radenie prevodových stupňov v manuálnej prevodovke prebieha mechanicky radiacou pákou, kde pomocou ťahadla je ovládaná radiaca vidlica, ktorá najprv vysunie objímku zo záberu ozubeného kolesa práve zaradeného rýchlostného stupňa a potom zasunie objímku na ozubené koleso nového, požadovaného rýchlostného stupňa. Plynulosť a vôbec možnosť zaradenia je umožnená pomocou synchronizačnej spojky, ktorá plynule vyrovná uhlové rýchlosti hnaného a hnacieho ozubeného kolesa. Synchronizované sú všetky prevody pre jazdu dopredu. Jediný nesynchronizovaný je prevod spätného chodu a ako jediný má priame ozubenie. Pre zníženie hlučnosti a zvýšenie životnosti sú všetky prevody dopredu opatrené šikmým ozubením.



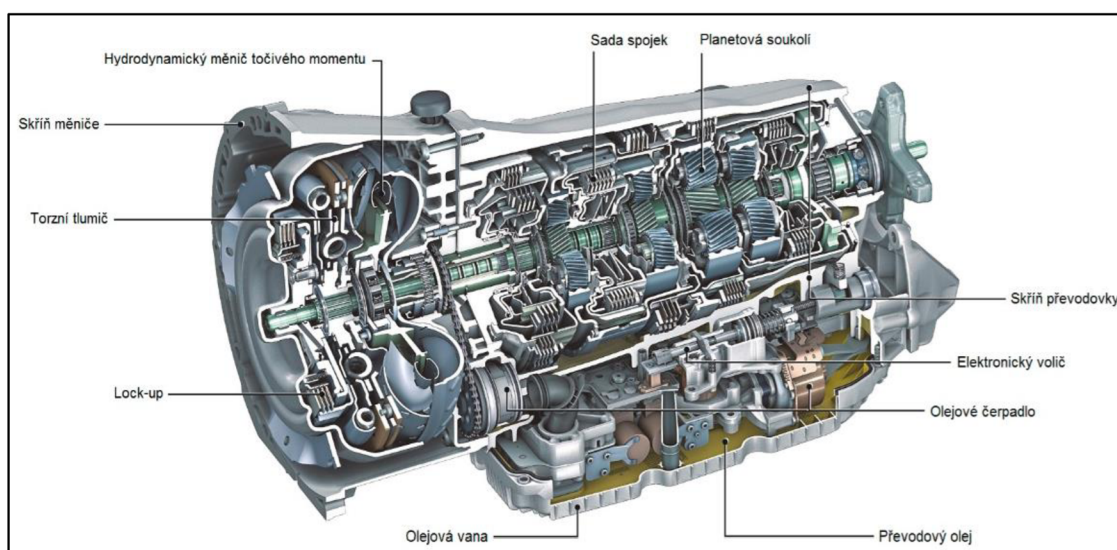
Obr. č. 5 – Prierez manuálnej prevodovky [16]

2.7.2 Automatická prevodovka

Ďalej podľa Vlka [17], prebieha u automatickej prevodovky radenie rýchlostných stupňov samočinne, automaticky, podľa okamžitých jazdných podmienok, ktoré sú vyhodnocované riadiacou jednotkou. Riadiaca jednotka reaguje na zvolený jazdný režim, otáčky motora, rýchlosti vozidla a jazdné odpory. Automatická prevodovka nie je závislá od impulzu vodiča a pracuje samostatne. Rýchlostné stupne sú radené pomocou spojok a brzd ovládanými hydraulicky riadiacou jednotkou prevodovky. Existuje niekoľko druhov riadenia áut a niektoré druhy sú uvedené ďalej v texte.

Hlavnými časťami prevodového ústrojenstva automatickej prevodovky sú hnací a hnaný hriadeľ, ktoré sú uložené v jednej ose. Jednotlivých prevodových pomerov je dosahované pomocou

planétového súkolia, ktorého hlavnou výhodou je dosiahnutie veľkých prevodových pomerov pri relatívne kompaktných rozmeroch súkolia. Základné časti planétového prevodu sú tvorené jednotlivými ozubenými kolesami, ktorými sú: centrálne koleso s vonkajším čelným ozubením, satelity s vonkajšími čelnými ozubenými kolesami a korunové koleso s vnútornými čelnými ozubenými kolesami. Ozubené kolesá sú v trvalom zábere a sú držané na mieste pomocou klietky s planétovými prevodmi. Týmto spôsobom sa vytvára planétové súkolesie, ktoré sa používa na vytvorenie prevodových pomerov pre jednotlivé prevodové stupne. Ozubené kolesá planétového prevodu majú šikmé ozubenie. [18]



Obr. č. 6 – Prierez automatickej prevodovky [19]

Najpoužívanejším typom je automatická prevodovka, ktorá sa skladá z hydrodynamického meniča – kvapalinovej spojky a jedného alebo viacerých jednoduchých planétových súkolí. Táto prevodovka sa nazýva klasická. Prevodové stupne sú následne radené pomocou spojok a brzd. Hydrodynamický menič sa skladá z dvoch hlavných dielov – z čerpadla a turbíny umiestnených v skrini s prevodovkou. Čerpadlo je pevne spojené s kľukovým hriadeľom motora a jeho otáčanie spôsobuje, že olej v meniči prúdi a roztáča turbínu, ktorá je spojená so vstupným hriadeľom prevodovky. Zjednodušene vysvetlené, v prípade, že sa točí čerpadlo, prenáša kvapalina v podobe oleja moment plynule aj na turbínové koleso. [20]

Druhá možnosť sú dvojspojkové prevodovky. Asi najznámejšia používaná prevodovka tohto typu je DSG (Direktschaltgetriebe). Dvojspojková prevodovka sa skladá z dvoch separátnych prevodoviek, ktoré majú spoločný výstupný hriadeľ. Na vstupe sú dve elektronicky riadené spojky, jedna na prevádzku nepárnych prevodových stupňov a druhá na prevádzku párných prevodových stupňov. Pri jazde má prevodovka vždy zaradené dva rýchlostné stupne naraz a zvolený rýchlostný stupeň závisí len od toho, ktorá spojka je zaradená a ktorá je vyradená. [20]

Robotizovaná prevodovka nie je riadená priamo v skrini prevodovky pomocou elektromagnetických ventilov. Je to klasická mechanická prevodovka ovládaná elektromagneticky cez tiahla radenia, tak ako to prebieha pri radení manuálnom.

Posledným typom je bezstupňová CVT (Continuously Variable Transmission) automatická prevodovka. U týchto prevodoviek sa mení prevodový pomer plynule v závislosti na jazdných podmienkach. Okrem áut býva implementovaná do skútrov a malých motoriek. Tento typ prevodovky nemá žiadne stupne ale variátor, ktorý je zložený z dvojice klinových remení, z ktorých každá je zložená z dvoch ocelových kužeľových kotúčov. Jeden kotúč je nepohyblivý, druhý je voči nemu axiálne posuvný. Nepohyblivá časť hnacej remenice je pevne spojená s motorom. Nepohyblivý kotúč hnacej remenice je pevne spojený s hnaným výstupným hriadeľom. Točivý moment prenáša z hnacej na hnanú remenicu ocelový ohybný pás. Axiálnym posuvom pohyblivého kužeľového kotúča sa zväčšujú alebo zmenšujú činné polomery a tým sa mení výsledný prevodový pomer. Činné polomery sa plynulo menia s rýchlosťou vozidla [21]. Takúto automatickú prevodovku používajú do svojich vozidiel predovšetkým automobilky Nissan a Renault kvôli svojej jednoduchšej údržbe.

2.8 REAKČNÁ DOBA

Pod pojmom doba reakcie sa podľa Rábka [22] rozumie časový interval medzi výskytom rozpoznateľného reakčného podnetu a počiatkom prvého nasledujúceho usmerneného jednania. Táto definícia je označovaná za tzv. fyziologickú reakciu. Tento časový interval obsahuje pozorovanie, postrehnutie a hodnotenie situácie. Vo všeobecnosti je táto definícia používaná ako tzv. základný interval oneskorenia, ktorý je množinou fyziologických a svalových reakcií vodiča. Alternatívou k tomuto názvu je pomenovanie „základná reakčná doba“.

Základné rozmedzie reakčných dôb vodičov je podľa Greena [23] rôznorodé a určuje sa na základe viacerých podmienok. Ak sa jedná o prípad, kedy nie sú známe žiadne iné podrobnosti o sústredenosti a stave vodiča, môže byť základné rozmedzie hodnôt odhadované pre denné hodiny v rámci 1,5 sekundy a v nočných hodinách približne 2,5 sekundy. V práci Marca Greena boli najnižšie namerané hodnoty reakčnej doby pohybujúce sa okolo 0,7 sekundy.

2.8.1 Členenie reakčnej doby podľa subsystému vodič + vozidlo

Trvanie celkovej reakčnej doby je možné rozdeliť do niekoľkých fáz na jednotlivé zložky. Jednotlivé časové úseky sú definované nasledovne [24]:

- Optická reakcia vodiča - reakčná doba za tento moment je uvažovaná len v prípadoch, kedy vodič nesleduje kritický objekt priamo. Jedná sa o situácie, kedy objekt leží mimo oblasť ostrého videnia, ktorá predstavuje približne 1° okolo osy oka. Optická reakcia vodiča je doba, za ktorú sa oko z periférneho videnia natáča k objektu a fixuje sa na kritický objekt;
- Psychická reakcia vodiča - predstavuje dobu od optického zafixovania objektu po začiatok svalovej reakcie. Počas tejto doby vodič hodnotí danú situáciu. Počas psychickej reakcie vodiča sa prejavujú viaceré faktory a schopnosti vodiča, ako sú triezvosť, skúsenosti alebo aktuálne psychické rozpoloženie.
- Svalová reakcia vodiča - touto časťou reakčnej doby rozumieme dobu od ukončenia psychickej reakcie po dotyk pedálu, prípadne presun nohy medzi pedálmi.

Tabuľka č. 1: Fázy reakčných dôb pri núdzovom brzdení a ich dĺžky [24]

	Doba trvania (sekúnd)		
	Spodná hranica	Priemer	Horná hranica
Optická reakcia			
Vodič predom priamo pozoruje kritický objekt	0,00	0,00	0,00
Vodič sledoval iný objekt v rozsahu do 5°	0,32	0,48	0,55
Vodič sledoval iný objekt v rozsahu nad 5°	0,41	0,61	0,70
Psychická reakcia (rozhodovanie)	0,22	0,45	0,58
Svalová reakcia (presun nohy medzi pedálmi)	0,15	0,19	0,21
Odozva vozidla:			
Oneskorenie bŕzd	0,03	0,05	1,34
Nábeh bŕzd	0,07	0,15	1,89
Odozva celkom	0,10	0,20	2,04

Tabuľka zobrazuje prehľad reakčných dôb vodičov pri núdzovom brzdení. Experiment bol vykonaný na asfaltovom a betónovom povrchu a pre porovnanie bolo testovaných 135 vozidiel a ich vodičov.

Pre potreby tejto práce sú dôležité najmä nasledovné údaje, ktoré sú vysvetlené na prípade státiť vozidla na svetelnej križovatke:

- Doba trvania svalovej reakcie, kedy je potrebné vedieť, za aký čas presunie vodič nohu na pedál.

- Psychická reakcia v podobe uvedomenia si, kedy má vodič vykonať určitú reakciu na podnet. Čakanie na semafore na preskočenie zelenej farby a uvedomenie si, že má vodič začať svalovú reakciu.
- Optická reakcia – vodič čaká na zelenú farbu na semafore a priamo pozoruje kritický objekt (semafor). Z dôvodu toho, že vodič čaká a priamo sleduje objekt, nie je započítavaná optická reakcia do celkovej reakcie.

Pre zjednodušenie bude v úvahu braná priemerná nameraná hodnota. Na základe predchádzajúceho hodnotenie je započítaná optická reakcia v dĺžke 0,00 sekúnd. Psychická reakcia v dĺžke 0,45 sekúnd a svalová reakcia presunu nohy na pedál v hornej hranici 0,21 sekúnd, pretože vodič neposúva nohu z iného pedálu ale z podlahy vozidla, čo môže trvať dlhšie. Celková dĺžka reakčnej doby vodiča činí 0,66 sekúnd, čo je možné zaokrúhlene počítať priemernou sumou 0,7 sekúnd, tak, ako bolo spomenuté vyššie. K tejto dobe je následne nutné pripočítať dĺžku odozvy vozidla/prevodovky a prípadne aj dĺžku manuálneho zaradenia potrebného prevodového stupňa.

2.9 CAN-BUS

Pre potreby tejto diplomovej práce bude v nasledujúcej kapitole vysvetlená funkcia a dôležitosť CAN-bus zbernice, nakoľko merania testovaných vozidiel bude prebiehať práve pomocou tejto technológie.

Podľa Vlka [1] dátová zbernica CAN (Controller Area Network), je sériová dátová zbernica s prenosovou kapacitou az 1 000 000 Bit/s, čo zodpovedá zhruba 30 stranám A4 textu. Dátové zbernice CAN prepájajú elektronické systémy a zariadenia vozidla. Informácie a riadiace impulzy sa teda prenášajú nielen zväzkami káblov, ale aj spoločnou "dátovou diaľnicou". Dátová zbernica CAN sa skladá z jedného radiča, jedného vysielača, dvoch ukončení dátovej zbernice a dvoch vedení dátovej zbernice. Radič CAN dostáva od mikropočítača v riadiacej jednotke tie dáta, ktoré majú byť posielané. Radič ich pripravuje a predáva ďalej na vysielač CAN. Súčasne ale od vysielača dostáva aj dáta. Tieto pripravuje a predáva ďalej mikropočítaču v riadiacej jednotke. Vysielač CAN je vysielač a prijímač v jednom, ktorý mení dáta radiča CAN na elektrické signály. Obdobne prijíma elektrické signály, ktoré mení na dáta pre radič CAN. Dátová zbernica je ukončená odpormi, ktoré zabraňujú, aby sa raz poslané dáta vracali z koncov zbernice späť a skresľovali dáta nové.

Výhody použitia CAN-Busu sú nasledujúce [1]:

- Menšie množstvo snímačov a vodičov;
- Menej vodičov v káblovom zväzku;

- Zníženie hmotnosti kabeláže;
- Zníženie počtu kolíkov na konektoroch riadiacej jednotky;
- Zvýšená spoľahlivosť prenosu dát.

Podľa firmy CANLAB [25] zbernica sama o sebe je symetrický alebo asymetrický dvojvodičový obvod, ktorý môže byť tienený alebo netienený. Elektrické parametre fyzického prenosu sú špecifikované normou ISO 11898. CAN protokol odpovedá dátovému prenosu vrstvy v ISO/OSI referenčnom modeli. Sieťový protokol deteguje a opravuje prenosové chyby vzniknuté od okolitých elektromagnetických polí. Dovoľuje jednoduché nastavenie (konfiguráciu) systému a umožňuje centrálnu diagnostiku. Vysielané dáta nemajú žiadnu adresu, obsah správy je daný identifikátorom (ID), ktorý je v celej sieti jedinečný. Tento identifikátor definuje obsah prenášanej správy a zároveň prioritu správy pri pokuse o jej odoslanie na zbernici. Vyššiu prioritu majú správy s nižšou hodnotou identifikátora. Príjem správ môže byť mnohonásobný (Jedna správa môže byť prijatá niekoľkými zariadeniami).

Vo vozidle sú rozlišované tri základné využitia dátovej zbernice podľa Vlka [26]:

- Spojenie riadiacich jednotiek – prepája riadiacu jednotku motora, automatickej prevodovky a ABS.
- Elektronika karosérie a komfortnej jednotky – riadiace jednotky zabezpečovacieho systému, klimatizácie, elektroniky dverí a pod.
- Mobilná komunikácia – poskytuje možnosť pripojenia mobilného zariadenia alebo navigačného systému.

2.9.1 Priebeh dátového prenosu

- Príprava dát – správy (dáta) vychádzajú vždy z riadiacej jednotky. Riadiaca jednotka predáva svojmu radiču dáta, ktoré majú byť poslané.
- Vyslanie dát – CAN-Transceiver dostáva tieto dáta od radiča CAN, premieňa ich na sériové elektrické signály a posiela ich ďalej.
- Prijatie dát – Ostatné riadiace jednotky, ktoré sú zapojené do siete dátovej zbernice CAN, prijímajú poslané dáta.
- Kontrola dát – Riadiace jednotky preverujú, či sú prijaté dáta pre ich činnosť potrebné.
- Prevzatie dát – Ak sú prijaté dáta pre riadiacu jednotku potrebné, prevezme ich a ďalej spracuje. Ak nie sú potrebné pre činnosť riadiacej jednotky, tak na ne nereaguje. [27]

3 FORMULÁCIA PROBLÉMOV A STANOVENIE CIEĽOV RIEŠENIA

V súvislosti s tlakom na obmedzovanie produkcie niektorých emisií z dopravy, ktorá je zakotvená v dokumentoch EU, reagovali výrobcovia v snahe znížiť spotrebu vozidiel implementáciou Start-Stop systémov. Tie so sebou okrem uplatnenia ďalších konštrukčných dielov, ktoré logicky prinášajú ďalšie navýšenie potenciálu poruchovosti, nesú tiež dopady do dynamiky vozidla, hlavne pri rozjazdoch z pokojného stavu. S väzbou na technickú analýzu dopravných nehôd sa jedná o predĺženie doby nevyhnutnej napríklad pre pohyb vozidla v križovatke.

Problematika činnosti systému Start-Stop zasahuje do každodennej rutiny užívania motorových vozidiel bežnými užívateľmi. Je nutnosťou poznať funkciu tohto systému a jeho možnosti používania. Systém Start-Stop je automobilkami dodávaný do všetkých nových vozidiel a zároveň je veľkou väčšinou užívateľov striktne odmietaný alebo odsudzovaný za viaceré nedostatky ako napríklad spomalenie rozjazdu vozidla v premávke so spusteným systémom, rýchlejšie opotrebovanie mechanických a elektronických komponentov alebo vzniku vyšších emisií ako bez jeho použitia.

Táto diplomová práca sa v teoretickej časti zaoberá rozborom celého systému Start-Stop, technologickým prevedením, funkciami používania a detailnejším popisom fungovania v osobných automobiloch značiek BMW, Mazda a Škoda. Pomocou zbernice CAN je zisťovaná celková odozva vozidla pri rozjazde vozidla s manuálnou a automatickou prevodovkou.

Čiastkové ciele práce:

- teoretický rozbor Start-Stopu a určitých častí vozidla kvôli pochopeniu významu zvoleného experimentu zisťovania odozvy a to:
 - popis funkcie Start-Stop,
 - história,
 - popis systému podľa výrobcu,
 - emisie pevných častíc,
 - druhy a funkcie prevodoviek,
 - zbernica CAN-BUS
 - reakčná doba vodiča.
- Návrh experimentu zameraného na zistenie skutočnej odozvy vozidla pri použití funkcie Start-Stop a porovnanie tejto doby s odozvou bez využitia Start-Stopu,
- vysvetlenie metód experimentu a popis metodiky meraní,
- vykonanie experimentu,

- analýza a vyhodnotenie nameraných hodnôt a prednesenie záverov získaných z meraní.

Z vyššie uvedených faktorov vyplýva nutnosť zaistiť potrebné vybavenie pre experimentálnu činnosť merania odozvy vo vozidlách, tzn. meracie prístroje popísané ďalej v práci, vodiča meraných vozidiel a samotné vozidlá na výskum. Vodičom každého meraného vozidla bude autorka práce a to z dôvodu jednotnosti meraní (rovnaká reakčná doba, rovnaké zmýšľanie, ktoré by sa mohlo jeden od druhého pozorovaného subjektu líšiť a zmanipulovať tak výsledky meraní vstúpením nedokonalosti ľudského faktoru). Výskumné vozidlá budú použité s manuálnou aj s automatickou prevodovkou a ich presný zoznam bude uvedený ďalej v práci formou prehľadnej tabuľky.

Cieľom celého riešenia diplomovej práce je zamerať sa na vyjadrenie rozdielov časov a zistiť dĺžku odozvy vozidiel podľa rôznej konštrukcie. Najmä sa jedná o zistenie rozdielov v odozve vozidla pri rozjazde, teda rozdiel časov od kontaktu s pedálom akcelerátoru do uvedenia vozidla do pohybu (napríklad rozjazd vozidla po zastavení z križovatky). Na konkrétnych prípadoch bude vykonané meranie na vozidlách s manuálnou a automatickou prevodovkou. Požadovaným výstupom je vyjadrenie časov odozvy vozidla na pokyn vodiča v závislosti na konštrukcii pohonného ústrojenstva a prevodovky.

4 POUŽITÉ METÓDY A ICH ZDÔVODNENIE

Metódy experimentu na zistenie odozvy vozidla pri využití systému Start-Stop sú v tejto práci autorkou spracované na dve časti, ktoré vzájomne súvisia. Pre potreby meraní bol vytvorený vlastný merací prístroj na princípe kolieska a optického senzoru. Ako druhý ekvivalent meracieho prístroja je použité meranie na zbernici CAN-bus a následné vyhodnotenie získaných hodnôt pomocou počítačového softvéru.

4.1 MERANIE POMOCOU KOLIESKA S OPTICKÝM SENZOROM

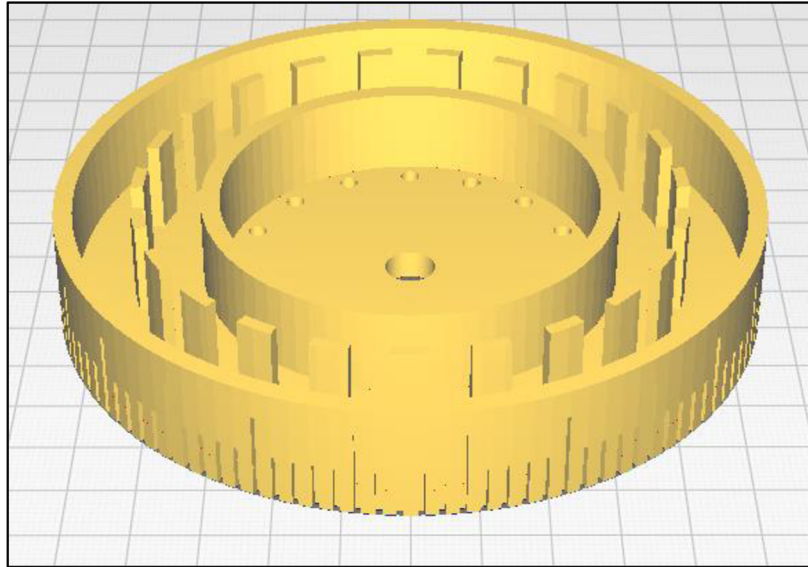
Prvou a najjednoduchšou metódou skúmania bolo meranie pomocou meracieho prístroja s kolieskom a optickým senzorom, zostrojeným autorkou práce špeciálne pre účely zisťovania odozvy vozidla so systémom Start-Stop. Princíp prístroja spočíva v pripevnení kolieska pomocou drevenej konštrukcie k meranému vozidlu. Na koliesku určenom k styku s vozovkou je upevnené ozubené koliesko, ktorého ozubenie prechádza cez optický snímač. S pohybom vozidla sa rovnomerne pohybuje aj merací prístroj a zaznamenáva každý pohyb. Snímač tak zaznamenáva čas, kedy sa vozidlo pohne z miesta. Prístroj je prepojený pomocou kabeláže k počítaču a k snímaču na pedáli. Podrobnejšie vysvetlenie konštrukcie a funkcie je uvedené ďalej v práci.

4.1.1 Konštrukcia prístroja

Základná kostra prístroja pozostáva z drevených hranolov, spojených skrutkami tak, aby bol umožnený pohyb v kĺbe hore a dole, nie však do strán. Silná guma napomáha stabilite konštrukcie a priťahovaniu kolieska k zemi, aby bol zaistený priamy dotyk kolieska s vozovkou a odpruženie prípadnej nerovnosti na vozovke. Tomu napomáha aj značná hmotnosť samotného kolieska, ktoré je pre účely točenia sa použité z bežne dostupnej detskej kolobežky.

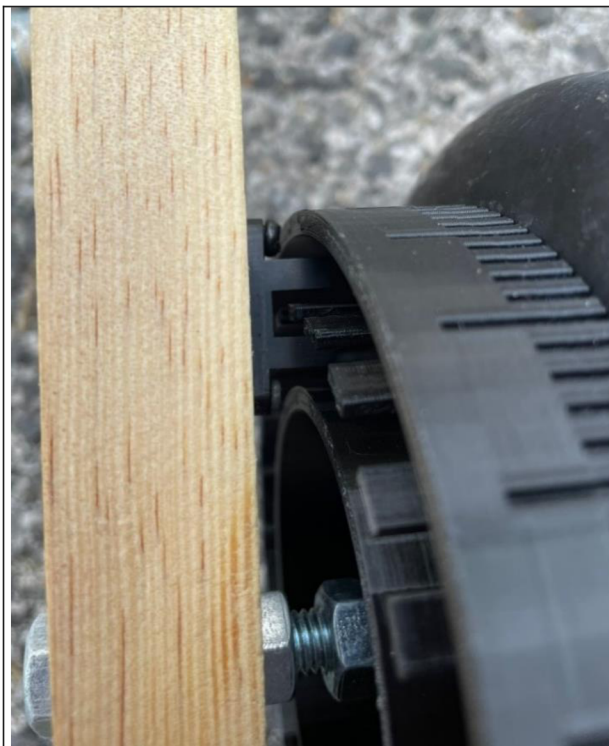
Ku koliesku z kolobežky je pripevnené koleso vytlačené pomocou 3D tlačiarne, ktoré má za štítom ozubenie tak, aby bolo možné optickým senzorom zaistiť polohy prekrytia a viditeľnosti. Toto ozubenie zaistí optickému senzoru snímať polohu, v akej sa koliesko nachádza a teda pri zaznamenaní viditeľnosti alebo neviditeľnosti je pomocou počítačového programu vyhodnotený začiatok pohybu kolieska – začiatok pohybu vozidla.

Optický snímač umiestnený medzi vnútorným a vonkajším štítom kolieska, kde stredom snímaču prechádza ozubenie sníma vzdialenosť alebo priblíženie objektu (jedného zubu) na princípe detekcie existencie lúčov svetla dopadajúceho na prijímaciu časť senzora.

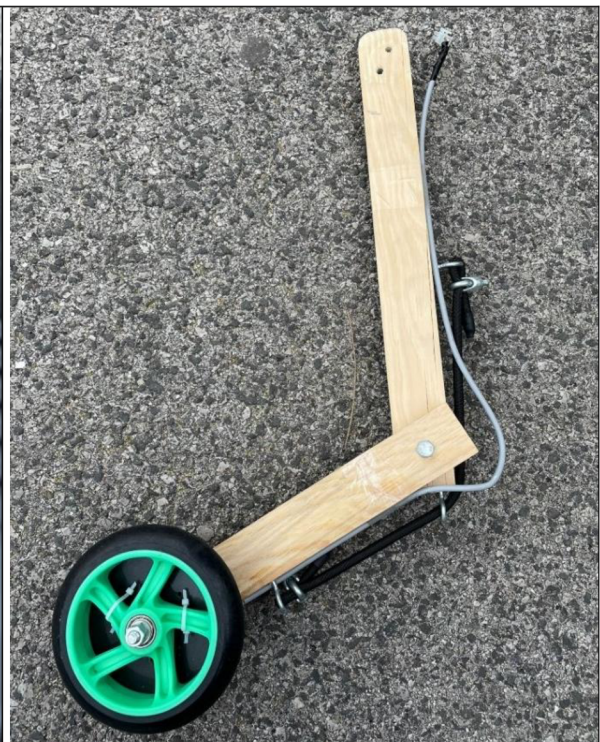


Obr. č. 7 – Model ozubeného kolesa pre 3D tlač [vlastný]

Verzia so štítom zabraňuje usadzovaniu nečistôt z vozovky a okolia medzi ozubením. Na štíte sa nachádza mierka pre detailnejšiu informáciu o otočení kolieska.



Obr. č. 8 – Detail konštrukcie kolieska s optickým snímačom [vlastný]

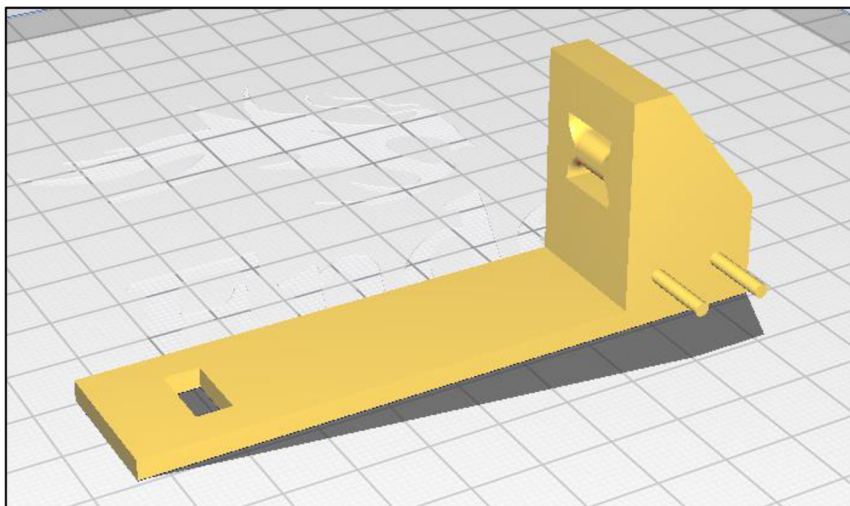


Obr. č. 9 – Konštrukcia kostry meracieho prístroja [vlastný]

Signál z pedálu je sprostredkovaný pomocou mikropsínaču, ktorý vodič stláča súčasne so stlačením spojkového pedálu (pri vozidle s manuálnou prevodovkou) alebo brzdového pedálu (pri

vozidle s automatickou prevodovkou). Mikrospínač je na pedál pripevnený pomocou nosiča, ktorý bol vymodelovaný a vytlačený pomocou technológie 3D tlače.

Jedná sa o jednoduchý útvar, ktorý má na svojom prevedení výstupky, na ktorých je upevnený spomínaný mikrospínač. Ďalej nosič disponuje otvormi, ktorými sú prevlečené nylonové stahovacie pásky a pomocou nich je nosič upevnený na pedáli.



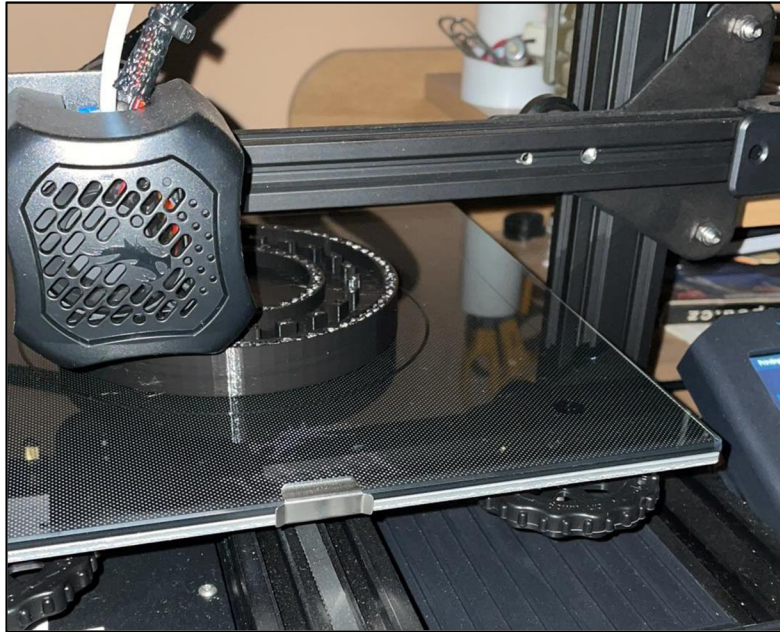
Obr. č. 10 – Model nosiča pedálového spínača pre 3D tlač [vlastný]

Pri zošliapnutí pedálu sa vodič automaticky dotkne nohou celého nosiča a šírkou obuvi je spôsobené súčasné stlačenie spínača. V priebehu testovania funkčnosti spínača (približne 40 stlačení) nenastala ani jedna situácia, kedy by spínač nebol zopnutý po stlačení pedálu.



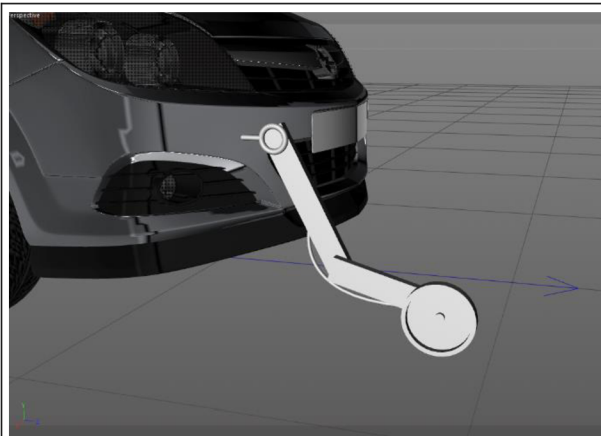
Obr. č. 11 – Upevnenie nosiča pedálového spínača na pedáli [vlastný]

Súčiastky potrebné pre skonštruovanie meracieho prístroja boli vytlačené pomocou 3D tlačiarne Creality ENDER 3 V2 s použitím filamentu PLA.

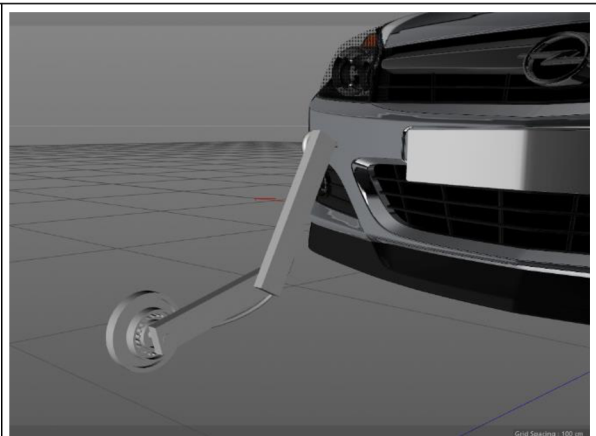


Obr. č. 12 – 3D tlač použitých súčiastok [vlastný]

Drevená konštrukcia s kolieskom a optickým senzorom je k vozidlu pripevňovaná pomocou ťažného oka k zadnému, prípadne prednému nárazníku vozidla.



Obr. č. 13 – Grafický návrh umiestnenia meracieho prístroja – pohľad pravá strana [vlastný]



Obr. č. 14 - Grafický návrh umiestnenia meracieho prístroja – pohľad ľavá strana [vlastný]

Konštrukcia s kolieskom a nosič spínača stlačenia pedálu je spojený kabelážou k inštaláčnej krabíčke, v ktorej sa nachádza základová doska s výpočtovou platformou Arduino. Do krabíčky je vedený kábel zo senzoru pedálu, senzor rozjazdu a súčasne napájanie, ktoré je riešené pomocou USB napájania z notebooku. Súčasťou vrchného krytu inštaláčnej krabíčky sú 3 farebné diódy, ktoré znázorňujú aktuálny stav Arduino a to PRIPRAVENÉ (zelená LED), PEDÁL (žltá LED) a ROZJAZD (červená LED). Dióda PRIPRAVENÉ sa rozsvieti po stlačení 3 polohového páčkového prepínača do

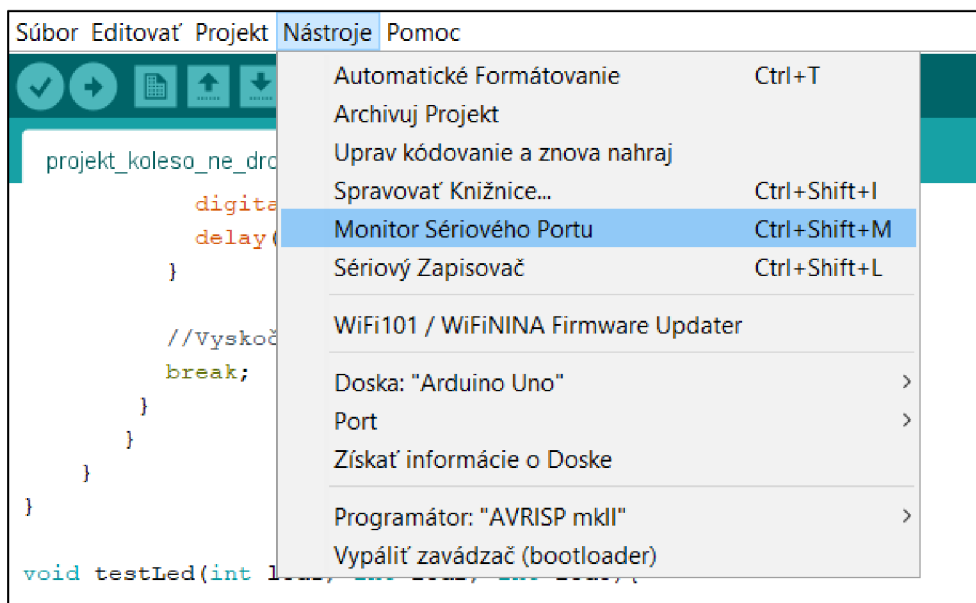
spodnej polohy ŠTART. Dióda PEDÁL sa rozsvieti po prijatí signálu z pedálového spínača a dióda ROZJAZD po prijatí signálu zo senzoru rozjazdu.



Obr. č. 15 – Inštalčná krabička s ovládaním [vlastný]

4.1.2 Použitý softvér

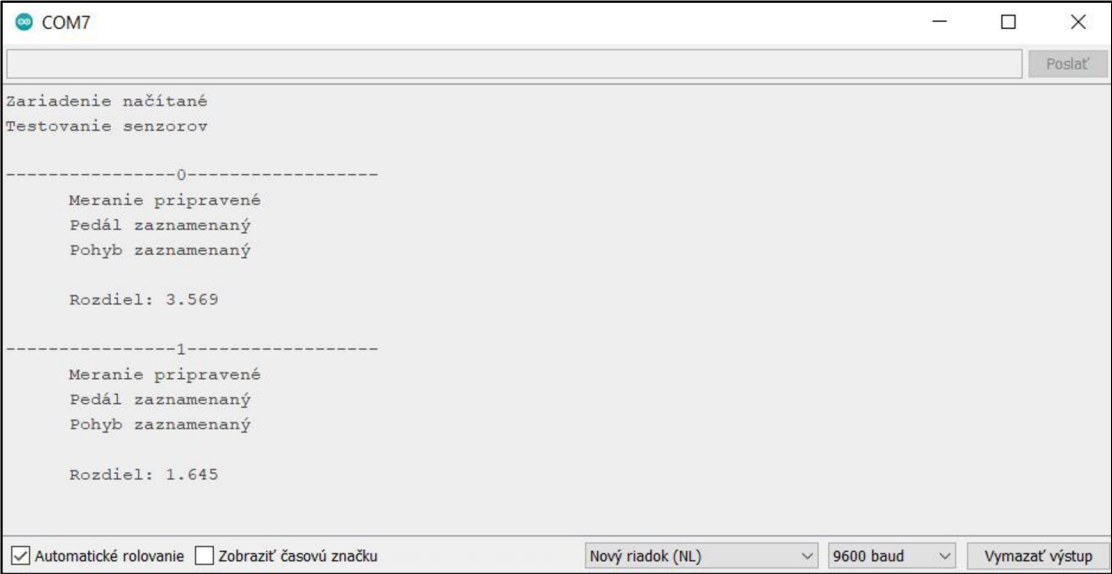
Napájanie USB káblom slúži zároveň na prepojenie celej konštrukcie s počítačovým softvérom Arduino. Po otvorení programu je nutné prejsť v lište do ponuky Nástroje a zvoliť možnosť „Monitor sériového portu“ a zároveň mať zapojené zariadenie do príslušného portu, ktorý je v programe nastavený.



Obr. č. 16 – Spustenie čítania z USB portu [vlastný]

Spustí sa tabuľka, ktorá funguje ako samostatný program. Program počíta dobu od prijatia signálu z pedálu po prijatie signálu z optického senzora kolieska. Zároveň program počíta poradie pokusu. Začína sa od nultého pokusu, ktorý je braný ako kontrola/testovanie funkčnosti zariadenia. Následne program vypočíta dobu rozjazdu pre vozidlo s manuálnou prevodovkou od stlačenia pedálu po pohnutie sa vozidla z miesta a vyčíslí ho ako rozdiel v podobe hodnoty v sekundách s presnosťou na tisícinu sekundy.

Pre vozidlo s automatickou prevodovkou je do Arduina nahraný podobný softvér, ktorého snímač sa umiestni na brzdový pedál a program počíta dĺžku rozjazdu od pustenja brzdy po pohnutie sa vozidla z miesta (pohybu kolies).



```
COM7
Zariadenie načítané
Testovanie senzorov

-----0-----
Meranie pripravené
Pedál zaznamenaný
Pohyb zaznamenaný

Rozdiel: 3.569

-----1-----
Meranie pripravené
Pedál zaznamenaný
Pohyb zaznamenaný

Rozdiel: 1.645

 Automatické rolovanie  Zobrazit' časovú značku
Nový riadok (NL) 9600 baud Vymazať výstup
```

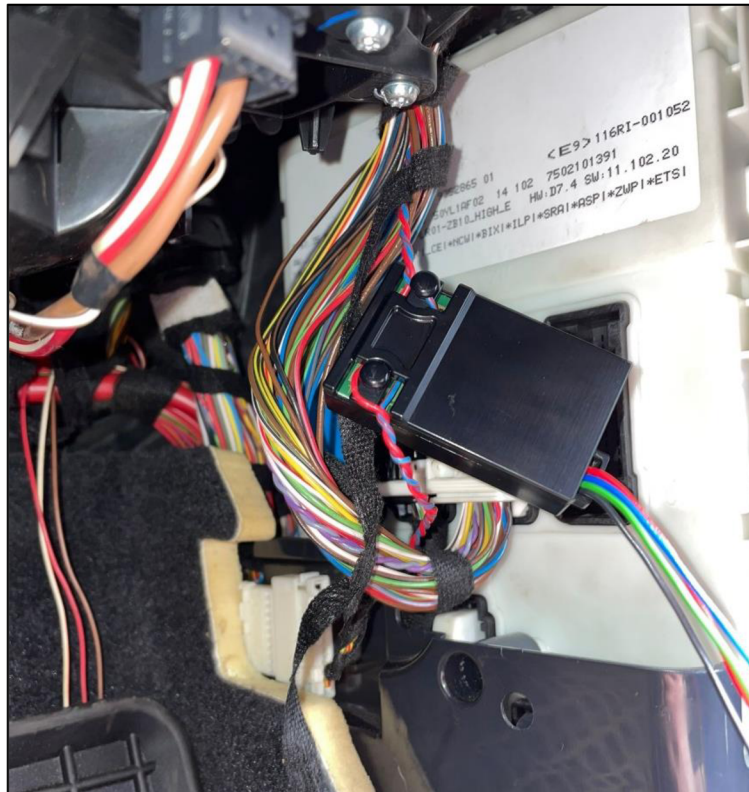
Obr. č. 17 – Záznam merania v softvéri Arduino [vlastný]

4.2 MERANIE POMOCOU ZBERNICE CAN-BUS

Druhá metóda merania odozvy je meranie pomocou zbernice CAN bus. Využitý pre toto meranie bol adaptér USB2CAN zapožičaný od firmy CANLAB s. r. o. Meranie touto formou prebieha napojením sa na vodiče v zbernici CAN a hľadanie požadovaných signálov. V tomto prípade sú hľadané signály pre odozvu spojky, brzdy, plynového pedálu, otáčky motora a otočenie (pohyb) kolesa. Signály sú hľadané pomocou rozmotania kabeláže a napojenia sa na príslušné vodiče podľa typu vozidla. Pre vozidlá Škoda a BMW bolo použité meranie pomocou rozmotávania vodičov a ich napojenie na príslušné póly podľa schémy výrobcu. Pre vozidlá Mazda však bola technológia o niečo jednoduchšia, na meranie bol použitý podobný prístroj (ďalej autorka obidva meracie prístroje vysvetľuje v práci), ktorý stačilo pripojiť do zásuvky OBD.

4.2.1 Získanie dát

Dáta sú z vozidla získavané pripojením vodičov na zbernicu pomocou príslušenstva vhodného na prenos signálu. Na doske sa nachádzajú 2 póly CAN_L (low) a CAN_H (high), na každý z nich sa pripojí jeden z vodičov a týmto spôsobom sa signály odčítajú zo zbernice do počítača. Na obrázku je možné vidieť napojenie na zbernicu CAN-bus v meranom vozidle BMW 116i.



Obr. č. 18 – Napojenie na zbernicu CAN na vozidle BMW [vlastný]

Pre vozidlo BMW 116i (F20) boli signály zbierané pripojením červeného vodiča na pól H (High) a modrého vodiča na pól L (Low), pre vozidlo BMW X5 čierno-žltý vodič na L (Low) a žltý H (High). V prípade vozidiel škoda bolo získavanie signálov zo zbernice CAN-bus uskutočnené podľa schémy pripojením oranžovo-čierneho vodiča na pól H (High) a oranžovo-hnedého na pól L (Low).

4.2.2 USB2CAN adaptér

USB2CAN je adaptér pre pripojenie zbernice CAN k počítaču prostredníctvom USB. Zariadenie využíva ku komunikácii čip od firmy FTDI, ako CAN bus controller je použitý obvod SJA1000, ktorý je štandardom pre CAN-PC interface. Medzi tieto dva obvody je vložený mikroprocesor PIC rady 18, ktorý zaisťuje obsluhu obidvoch obvodov, vykonáva transformáciu dát a slúži ako vrstva vyrovnávacej pamäte. [25]

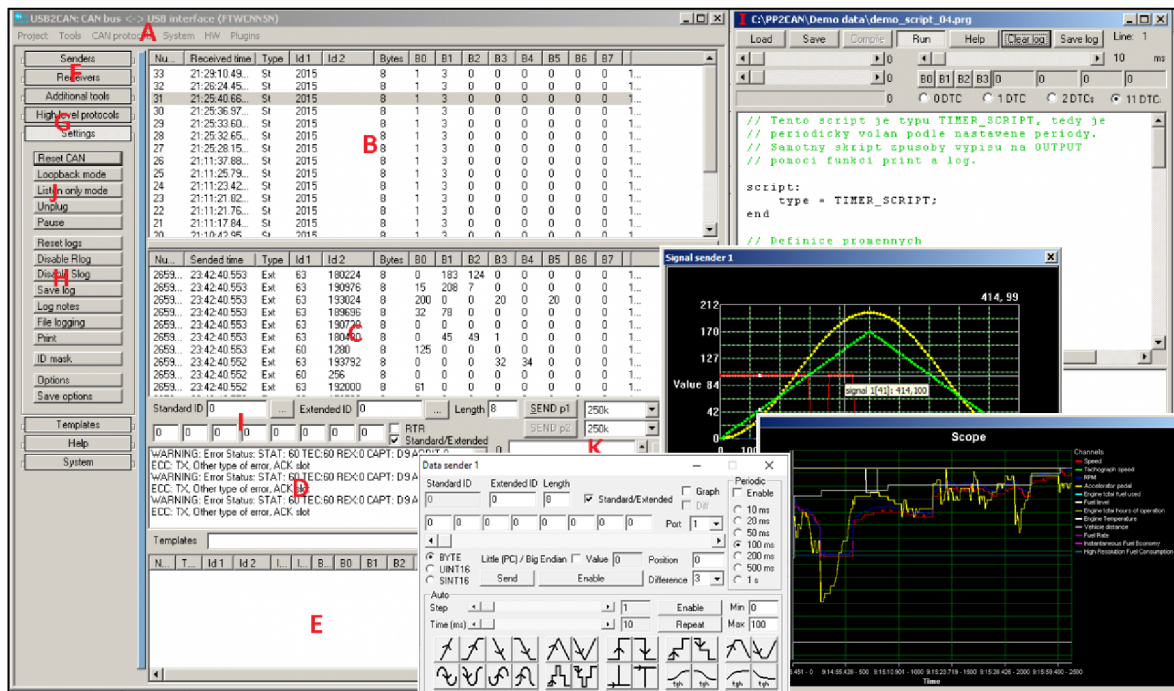


Obr. č. 19 – USB2CAN adaptér [vlastný]

Pre diagnostiku zbernice CAN je možné použiť diagnostický softvér PP2CAN. Tento softvér obsahuje nástroje pre monitorovanie dát na zbernici, generovanie dát a mnoho ďalších praktických nástrojov.

4.2.3 Diagnostický softvér

Pre diagnostiku komunikácie na zbernici CAN bude používaný diagnostický softvér PP2CAN. Je určený špeciálne aj pre komunikačný adaptér USB2CAN. Po spustení programu sa zobrazí hlavné okno aplikácie, ktoré je následne členené na niekoľko častí [25]:



Obr. č. 20 – Softvér PP2CAN a jeho členenie [25]

A – Menu programu. Tu sú k dispozícii jednotlivé nástroje pre analýzu komunikácie, nástroje pre generovanie dát, systémové nástroje a ďalšie.

B – Okno logu prijatých správ. Obsahuje výpis histórie prijatých správ. Predvolené nastavenie je prijímanie všetkých správ, ak nie je nastavené inak pomocou konfigurácie filtrov. Kliknutím na záhlavie stĺpca je možné utriediť dáta. Logovanie do tohto dialógu je možné zakázať alebo pozastaviť stlačením tlačidla „Disable R log“.

C – Okno logu manuálne odoslaných správ. Kliknutím na záhlavie stĺpca je možné vykonať utriedenie dát. Logovanie do tohto dialógu je takisto možné zakázať stlačením tlačidla „Disable R log“.

D – Informačné okno pre zobrazenie hlásení programu a CAN bus API rozhrania.

E – Okno databázy preddefinovaných správ. Pre zjednodušenie práce je možné si vytvárať databázy často používaných správ. Zoznam týchto správ je potom zobrazovaný v tomto okne.

F – Lišta nástrojov pre analýzu komunikácie na zbernici a nástrojov pre generovanie dát.

G – Lišta nástrojov pre prácu s high-level CAN protokolmi.

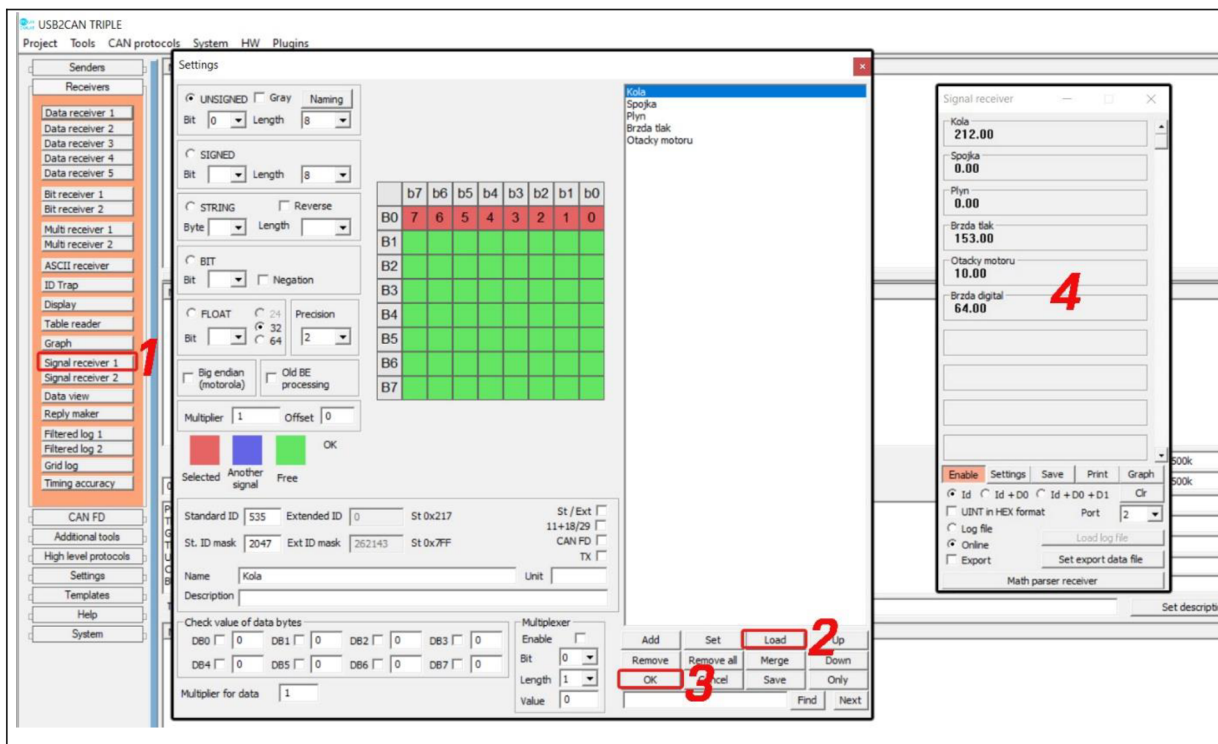
H – Pomocná lišta (Print, Help a pod.)

I – Blok pre nastavenie a generovanie manuálne generovanej správy. Pre odoslanie správy je nutné vyplniť identifikátor a určiť jeho typ, vybrať, či sa jedná o dátový rámec alebo správu typu (RTR), tzn. Žiadosť o dáta. V prípade dátového rámca sa potom určuje jeho dĺžka (0-8) a nastavujú sa dátové bajty. Najnižší dátový bajt (B0) je vľavo, najvyšší vpravo. Štandardný identifikátor má rozsah 0-2047 (11 bitov). V prípade správy s rozšíreným identifikátorom sa vyplňa aj rozšírená časť s rozsahom 0-262143 (18 bitov).

J – Blok pre ovládanie programu

K – Blok pre prácu s databázou preddefinovaných správ. Vytvorením takýchto databáz sa vyhneme pakovanému vypisovaniu identifikátorov pri manuálnom odosielaní. Vyplnenú správu pridáme do databázy tlačidlom „Add“.

Pre potreby merania v tejto diplomovej práci bude používaný jednotný postup nastavenia softvéru, tak ako je zobrazené na nasledujúcom obrázku.



Obr. č. 21 – Postup nastavenia softvéru [vlastný]

Po otvorení programu je potrebné kliknúť na položku v menu s názvom „Signal reciever 1“ (1), následne sa zobrazí okno (4), v ktorom prejdeme do „Settings“ a zobrazí sa okno s nastaveniami, kde kliknutím na položku „Load“ (2) nahráme požadovaný pripravený súbor s údajmi. Po nahratí súboru do programu sa tlačidlom „OK“ (3) presunieme do pôvodného okna „Signal Reciever“ (4), v ktorom je následne vidieť aktuálne hodnoty prijímané zo zbernice CAN-bus. Získané hodnoty je možné následne exportovať do súboru Excelu, kde sa s nimi ďalej pracuje. Nahrávaný súbor s koncovkou .EYE je nutné vytvoriť predom pomocou zistenia, na akých identifikátoroch bežia správy na zbernici CAN-bus. V prílohe č. 3 je uvedená tabuľka použitých ID správ sledovaných veličín, ktoré boli zistené pre potreby tejto práce pre konkrétne vozidlá.

4.3 PODMIENKY MERANÍ

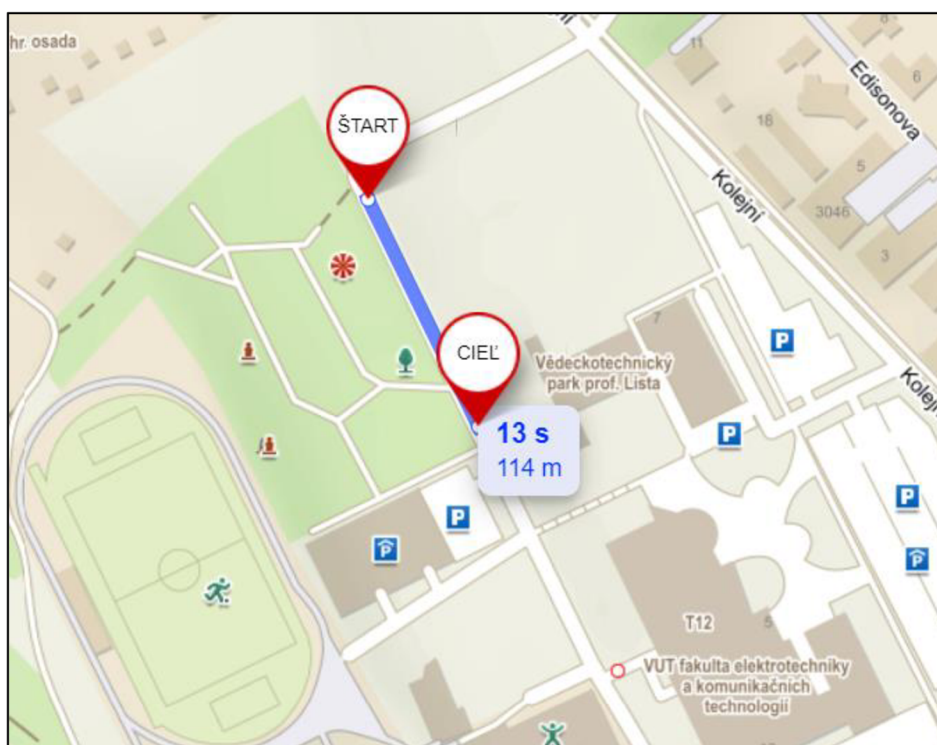
Pri meraní obidvomi metódami nie je potrebné spĺňať žiadne špeciálne podmienky. Merania boli uskutočnené na suchej vozovke za denných svetelných podmienok v bezdaždivom počasí.

4.3.1 Miesto merania

Všetky merania budú prebiehať na rovnakom mieste v rozličných časoch. Čas merania nie je dôležitý, nakoľko nijako neovplyvní dosahované výsledky. Miesto pre uskutočnenie jazdných skúšok v rámci experimentálneho merania je vybrané pre všetky merania jednotne, z dôvodu

rovnosti, kvality a zhotovenia vozovky, aby týmito premennými neboli ovplyvnené jednotlivé merania. Miesto bolo vybrané s ohľadom na nízku intenzitu premávky a čo najväčšej rovnosti vozovky, kde podľa webovej stránky mapy.cz [28] je výškový profil trasy o dĺžke 114 metrov s nulovým stúpaním a s klesaním menej ako 1 m. Toto mierne klesanie neovplyvnilo výkon merania, keďže vozidlo sa po zastavení bez zabezpečenia proti pohybu samovoľne nepohybovalo po vozovke. Dĺžka úseku nebola pre výber podstatná, nakoľko s vozidlom stačí vykonať krátky rozjazd.

Pre jazdnú skúšku bola vybraná pozemná komunikácia s asfaltovým pokrytím bez nerovností na území mestskej časti Brna – Královo pole na ulici Kolejní, s príjazdom od FEKT VUT k budove CESA VUT vid'. mapa s vyznačením trasy.



Obr. č. 22 – Mapa miesta meraní [28]

4.3.2 Testované vozidlá

Pre uskutočnenie samotného merania bolo potrebné zaobstarat' testovacie vozidlá. Vozidlo Mazda 6 bolo požičané z predajne Mazda, BMW 530d bolo zapožičané od ÚSI VUT a ostatné od spolužiakov a známych autorky práce. Vozidlá boli vybrané podľa druhu prevodovky, 3 s automatickou a 3 s manuálnou prevodovkou. Vyhľadávané boli predovšetkým vozidlá novšieho dátumu výroby, kvôli implementácii systému Start-Stop výrobcom. Pri všetkých vozidlách okrem Mazdy boli demontované niektoré plastové časti interiéru, z dôvodu vyhľadania zväzku vodičov zbernice CAN-bus.

Vozidlá využité na testovanie sú uvedené v tabuľke č. 1 nižšie:

Tab. č. 1 – Rozdelenie použitých vozidiel [vlastný]

Druh prevodovky	Značka	Označenie	Rok výroby
Manuálna	BMW	116i (F20)	2014
Manuálna	Mazda	CX-3	2017
Manuálna	Škoda	Fabia	2017
Automatická s hydromeničom	BMW	530d xDrive	2018
Automatická s hydromeničom	Mazda	Mazda 6	2023
Automatická DSG	Škoda	Octavia III	2013

4.3.3 Realizácia meraní

Meranie každého vozidla prebiehalo so súčasným zapojením a spustením obidvoch meracích prístrojov. Na príslušnom počítači boli spustené obidva softvéry, s ktorými každý z meracích prístrojov komunikoval.

Testované vozidlo vyšlo na začiatok vyznačenej trasy, kde mu boli nastavené a spustené obidva meracie prístroje. Vodič vozidla vykonal rozjazd a následne zastavil, najprv s vypnutou funkciou Start-Stop. Dáta sú zaznamenané a ihneď uložené pod príslušným označením súboru. Druhý rozjazd je vykonaný so zapnutou funkciou Start-Stop, pričom je vozidlo uvedené do takého stavu, aby bolo možné vykonať rozjazd aj s momentom štartovania motora – tzn. štartovanie vozidla po stlačení pedálu. Následne je druhý rozjazd uložený. Testovacích rozjazdov bolo vykonaných 10 v poradí so zapnutým systémom Start-Stop a 10 s vypnutým systémom Start-Stop pri každom meraní vozidla, pretože sa môže stať, že optický senzor sa pohne nechcene a zaznamená pohyb aj bez rozjazdu vozidla. Takýto krátky rozjazd je vyhodnotený ako irelevantný a vo vyhodnocovaní nie je braný v úvahu. Vyhodnotenie prebehne na piatich použiteľných vzorkách pre každé vozidlo.

Rovnakým štýlom sú zmerané všetky testované vozidlá, následne vyhodnotené po jednotlivých súboroch a výsledky interpretované do tabuliek a grafov.

5 DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

Táto časť práce sa zameriava na predloženie a vyhodnotenie výsledkov všetkých meraní.

5.1 MAZDA CX-3 – MANUÁLNA PREVODOVKA

Skúmané vozidlo používa typ systému Start-Stop SISS od výrobcu Mazda. Pri meraní dát z Mazdy s manuálnou prevodovkou nebolo potrebné hľadať zväzok CAN-busu ale bolo možné pripojiť k vozidlu merací prístroj priamo do zásuvky OBD. Na toto meranie bol preto využitý iný merací prístroj ako pri ostatných vozidlách a to USB2CAN triple s pripojením do OBD. Použitý softvér na komunikáciu s počítačom bol totožný ako pri ostatných vozidlách. Potrebné ID správ pre rozoznanie signálov čítaných zo zbernice sú uvedené v prílohe č. 3 tejto práce.



Obr. č. 23 – USB2CAN triple merací prístroj do zásuvky OBD [vlastný]



Obr. č. 24 – USB2CAN triple detail prístroja [vlastný]

5.1.1 Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené výsledky meraní piatich pokusov namerané pomocou prístroja s kolieskom a optickým snímačom bez použitia funkcie Start-Stopu.

Tab. č. 2 – Mazda CX-3 manuál bez funkcie Start-Stop – dĺžky rozjazdu merané optickým snímačom [vlastný]

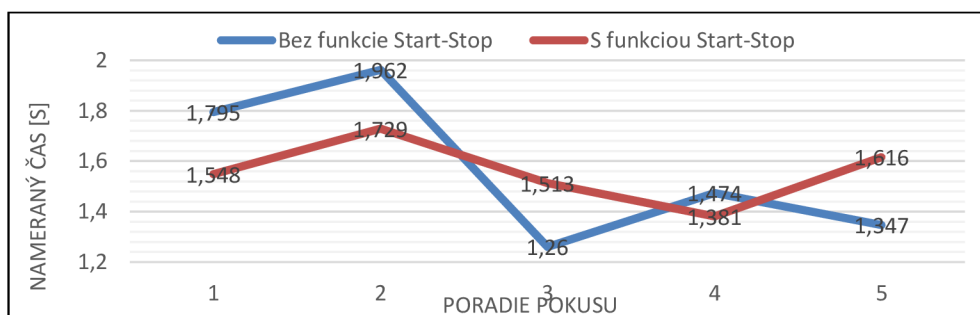
Bez funkcie Start-Stop	
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]
1	1,795
2	1,962
3	1,260
4	1,474
5	1,347
Priemer	1,568

Priemerná dĺžka rozjazdu s vozidlom Mazda s manuálnou prevodovkou bez použitia funkcie Start-Stop bola 1,568 s.

Tab. č. 3 – Mazda CX-3 manuál s funkciou Start-Stop – dĺžky rozjazdu merané optickým snímačom [vlastný]

S funkciou Start-Stop	
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]
1	1,548
2	1,729
3	1,513
4	1,381
5	1,616
Priemer	1,557

Priemerná dĺžka rozjazdu s vozidlom Mazda s manuálnou prevodovkou s použitím funkcie Start-Stop bola 1,557 s. V porovnaní s dátami dosiahnutými pokusom bez použitia funkcie Start-Stop je rozdiel zanedbateľný.



Graf č. 1 – Porovnanie dĺžok rozjazdov nameraných pomocou kolieska s optickým snímačom [vlastný]

5.1.2 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop

Dáta zo zbernice CAN-bus boli vyhodnotené pomocou programu Excel. Stĺpec „Time“ vyobrazuje skutočný čas merania vo formáte hh:mm:ss.sss, ktorý bol už skráteneý o dátum a rok pre presnejšie spracovanie. Stĺpec „Čas“ znamená preformátovanie pôvodných hodnôt na formát sekúnd a tisícín sekúnd. V stĺpci „Čas_offset“ je hodnota času počítaná od nuly, z dôvodu lepšej orientácie v dátach. Ďalšie stĺpce zobrazujú presné namerané hodnoty už inak neupravované.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Time	čas	čas_offset	Kola	Spojka	Plyn	Brzda tlak	Otacky motoru	Brzda digital
116	16:12:17.431	17,431	9,291	52	0	0	180	10	145
117	16:12:17.540	17,540	9,400	52	0	0	180	10	145
118	16:12:17.656	17,656	9,516	52	0	0	181	10	145
119	16:12:17.769	17,769	9,629	52	0	0	181	10	145
120	16:12:17.770	17,770	9,630	52	0	0	181	10	145
121	16:12:17.874	17,874	9,734	52	25	0	181	10	145
122	16:12:17.983	17,983	9,843	52	74	0	181	10	145
123	16:12:17.984	17,984	9,844	52	74	0	181	10	145
124	16:12:18.100	18,100	9,960	52	131	0	154	10	145
125	16:12:18.101	18,101	9,961	52	131	0	154	10	145
126	16:12:18.202	18,202	10,062	52	187	0	150	10	64
127	16:12:18.318	18,318	10,178	52	223	0	153	10	64
128	16:12:18.427	18,427	10,287	54	241	0	153	10	64
129	16:12:18.428	18,428	10,288	54	241	0	153	10	64
130	16:12:18.535	18,535	10,395	54	240	0	153	10	64
131	16:12:18.645	18,645	10,505	54	240	0	153	10	64
132	16:12:18.754	18,754	10,614	54	240	5	153	10	64
133	16:12:18.860	18,860	10,720	54	230	42	153	10	64
134	16:12:18.973	18,973	10,833	54	197	45	153	10	64
135	16:12:19.78	19,780	11,640	54	166	56	153	12	64
136	16:12:19.195	19,195	11,055	54	151	62	153	13	64
137	16:12:19.301	19,301	11,161	54	142	63	153	14	64
138	16:12:19.404	19,404	11,264	57	140	69	153	14	64
139	16:12:19.405	19,405	11,265	57	140	69	153	14	64
140	16:12:19.530	19,530	11,390	60	128	70	153	14	64
141	16:12:19.531	19,531	11,391	60	128	70	153	14	64
142	16:12:19.624	19,624	11,484	60	126	70	153	13	64
143	16:12:19.732	19,732	11,592	65	126	70	153	13	64

Obr. č. 25 – Vyhodnotenie dát pomocou Excelu [vlastný]

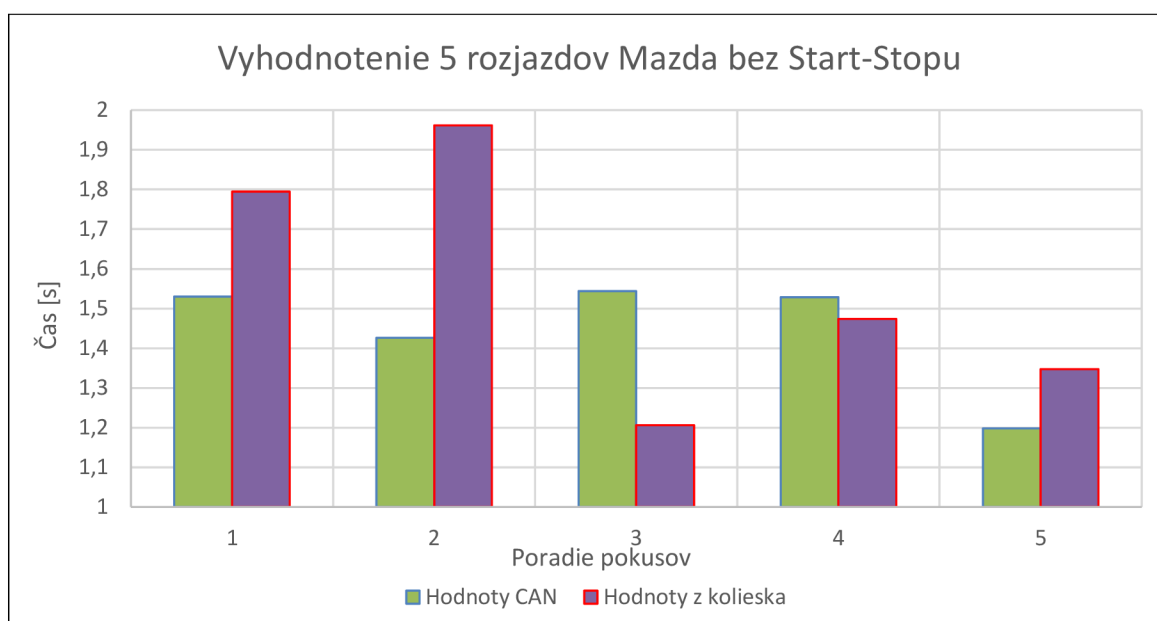
Spracovanie prebiehalo tak, že bol nájdený signál stlačenia spojky, ktorý bol vyobrazený zmenou hodnoty v stĺpci „Spojka“. Hodnota 0 znamená nestlačenú spojku a pri jej stláčaní sa hodnoty rôzne zvyšujú. Následne bol poznamenaný čas stlačenia spojky a bol nájdený ďalší signál, tentokrát v stĺpci „Kola“, kde bola znovu hľadaná zmena údajov. Zmena údajov znamená pohyb kolies na vozidle. Následne bol z týchto dvoch veličín vypočítaný rozdiel, ktorý bol porovnaný s výsledkom získaným z meracieho prístroja s optickým snímačom.

Nasledujúca tabuľka zobrazuje vyhodnotenú dáta, ktoré boli namerané pomocou zbernice CAN-bus na vozidle Mazda s manuálnou prevodovkou. Dáta boli spracované do tabuľky, z pôvodných 645 riadkov do aktuálnych piatich riadkov spôsobom spomenutým vyššie v práci.

Tab. č. 4 – Vyhodnotenie rozjazdov Mazda manuál bez Start-Stopu [vlastný]

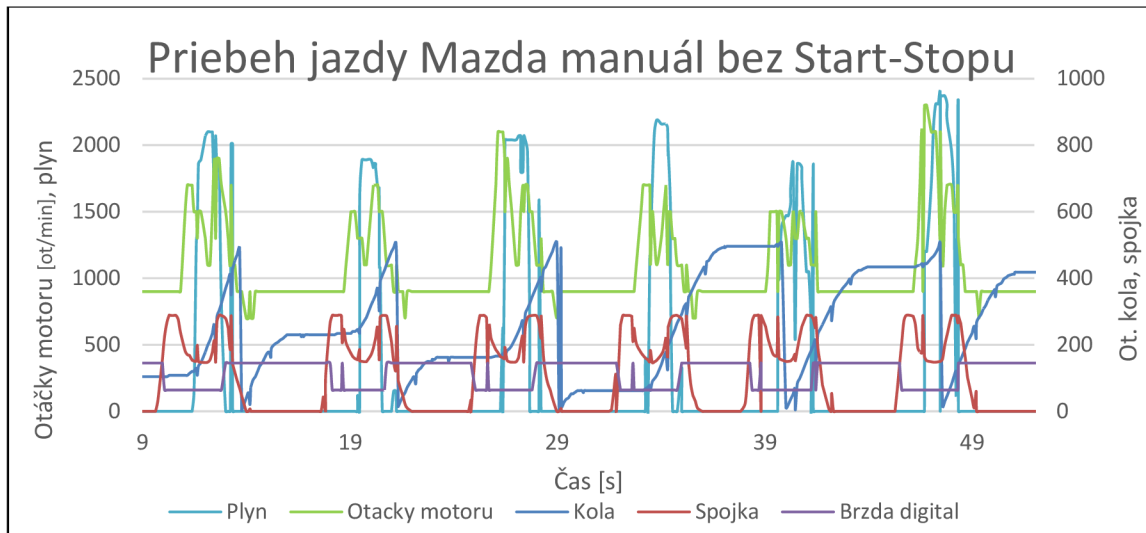
Poradie	Stlačenie spojky [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	9,734	11,264	1,53	1,795	-0,265
2	17,714	19,14	1,426	1,962	-0,536
3	24,834	26,378	1,544	1,206	0,338
4	38,063	39,592	1,529	1,474	0,055
5	45,395	46,593	1,198	1,347	-0,149

Dáta z tabuľky je možné prezentovať pomocou grafu, kde sú uvedené veličiny hodnôt z CANu a hodnôt z meracieho prístroja s kolieskom.



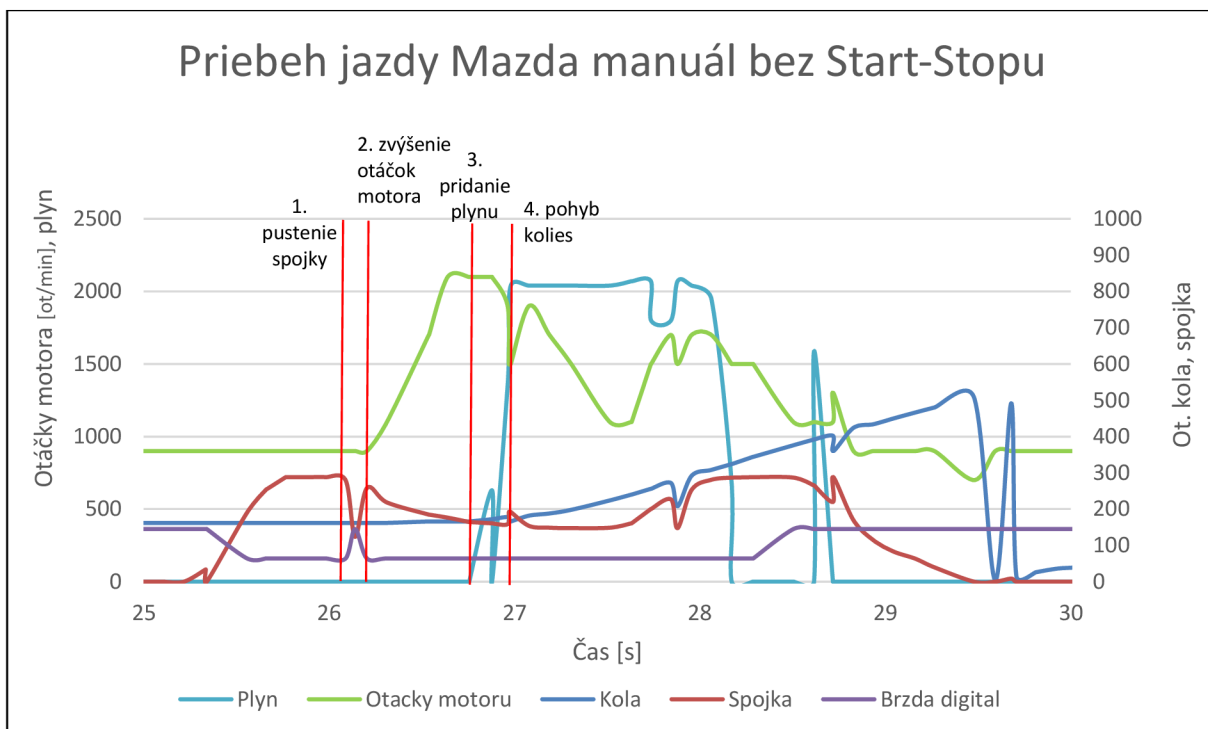
Graf č. 2 – Vyhodnotenie hodnôt rozjazdov [vlastný]

Tento graf zobrazuje v stĺpcoch hodnoty namerané zo zbernice CAN-bus a hodnoty namerané pomocou meracieho prístroja s kolieskom a optickým senzorom. Os X znázorňuje poradie pokusov a os Y znázorňuje čas, ktorý trvá každý rozjazd.



Graf č. 3 - Priebeh jazdy všetkých rozjazdov Mazda manuál bez Start-Stopu [vlastný]

Graf č. 3 zobrazuje priebeh jazdy pri všetkých rozjazdoch. Na ose X sú zobrazené hodnoty času od 3 do 63 sekúnd. Hlavná os Y zobrazuje otáčky motora, ktoré odpovedajú skutočnosti a plyn a vedľajšia os Y otáčky kolies a spojku, ktorej hodnoty z CANu boli upravené (Scale) pre väčšiu prehľadnosť grafu. Ostatné hodnoty nie je potrebné poznať presne ale jedná sa výhradne o rozdiel. Preto bolo možné využiť scale na spomenuté veličiny.



Graf č. 4 - Priebeh jazdy jedného rozjazdu Mazda manuál bez Start-Stopu [vlastný]

Graf č. 4 zobrazuje priebeh jedného rozjazdu. Na tomto grafe je z toho dôvodu posunutá časová os na menšie rozpätie. Je tu možné vidieť detailné záznamy ako prebiehal rozjazd z pohľadu otáčania kolies, spojkového, plynového a brzdového pedálu a otáčok motora.

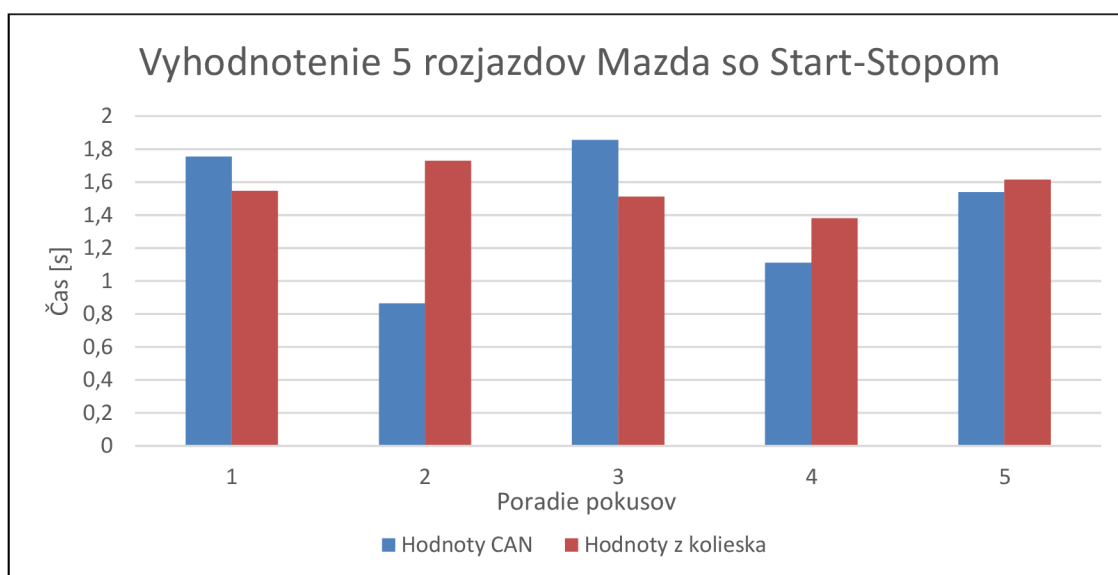
5.1.3 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop

Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus u Mazdy s manuálnou prevodovkou s využitím funkcie Start-Stop prebiehalo obdobným spôsobom ako predchádzajúce vyhodnotenie rozjazdov bez využitia funkcie Start-Stop.

Tab. č. 5 - Vyhodnotenie rozjazdov Mazda manuál so Start-Stopom [vlastný]

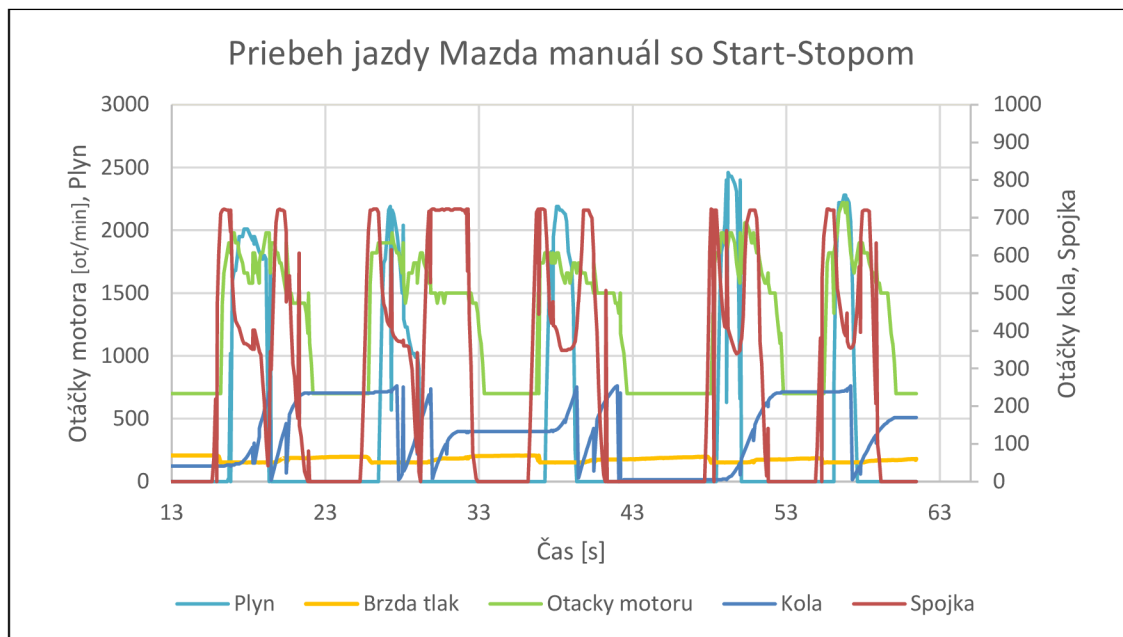
Poradie	Stlačenie spojky [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	15,855	17,61	1,755	1,548	0,207
2	15,855	16,719	0,864	1,729	-0,865
3	36,195	38,051	1,856	1,513	0,343
4	47,881	48,991	1,11	1,381	-0,271
5	55,111	56,651	1,54	1,616	-0,076

Tabuľka zobrazuje časový prehľad dĺžky rozjazdov pri meraní údajov z CAN-busu a porovnanie nameraných hodnôt z meracieho prístroja s optickým snímačom a kolieskom. Následne je uvedený ich rozdiel, ktorý zobrazuje nerovnosť medzi jednotlivými spôsobmi meraní.



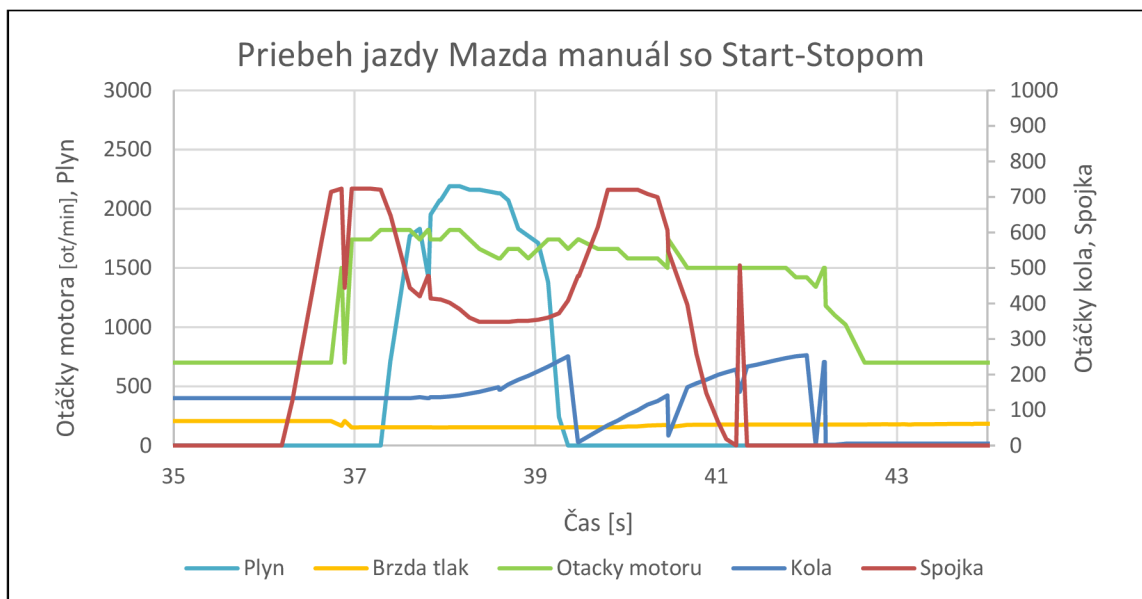
Graf č. 5 - Vyhodnotenie hodnôt rozjazdov [vlastný]

Graf zobrazuje v stĺpcoch hodnoty namerané zo zbernice CAN-bus a spojnicový graf vyobrazuje hodnoty namerané pomocou meracieho prístroja s kolieskom a optickým senzorom. Os X znázorňuje poradie pokusov a os Y znázorňuje čas, ktorý trvá každý rozjazd.



Graf č. 6 – Priebeh jazdy všetkých rozjazdov Mazda manuál so Start-Stopom [vlastný]

Na grafe je možné vidieť priebeh jazdy Mazdy s manuálnou prevodovkou s využitím funkcie Start-Stop. Namerané hodnoty sú dimenzované do skutočnej škály hodnôt. Systém CAN číta dáta z rôznych značiek vozidiel v rôznych hodnotách a preto je následne dôležité previesť hodnoty na skutočné veličiny napríklad offsetovaním hodnôt.



Graf č. 7 – Priebeh jazdy jedného rozjazdu Mazda manuál so Start-Stopom [vlastný]

5.2 BMW F20 – MANUÁLNA PREVODOVKA

Skúmané vozidlo používa typ systému Start-Stop od výrobcu Bosch. V tejto podkapitole sú uvádzané výsledky meraní vozidla BMW 116i (F20) s manuálnou prevodovkou. V hlavnej časti práce sú uvedené len základné grafy a tabuľky. Ostatné rozsiahlejšie grafy, ktoré majú vysokú podobnosť s predchádzajúcimi výsledkami meraní sú kvôli spomínanej zhode základných črt uvedených v prílohe č. 1 tejto práce.

5.2.1 Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené dáta namerané pomocou prístroja kolieska s optickým snímačom bez použitia funkcie Start-Stopu.

Tab. č. 6 – BMW 116i manuál bez funkcie Start-Stop – dĺžky rozjazdu merané optickým snímačom [vlastný]

Bez funkcie Start-Stop	
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]
1	2,216
2	0,925
3	1,076
4	1,153
5	1,901
Priemer	1,454

Priemerná dĺžka rozjazdu s vozidlom BMW 116i s manuálnou prevodovkou bez použitia funkcie Start-Stop bola 1,454 s.

Tab. č. 7 – BMW 116i manuál s funkciou Start-Stop – dĺžky rozjazdu merané optickým snímačom [vlastný]

S funkciou Start-Stop	
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]
1	1,565
2	1,634
3	0,997
4	1,553
5	1,254
Priemer	1,400

Priemerná dĺžka rozjazdu s vozidlom BMW 116i s manuálnou prevodovkou s použitím funkcie Start-Stop bola 1,400 s. Rozdiel priemernej dĺžky rozjazdov s použitím a bez použitia funkcie Start-Stop je 0,054 sekundy.

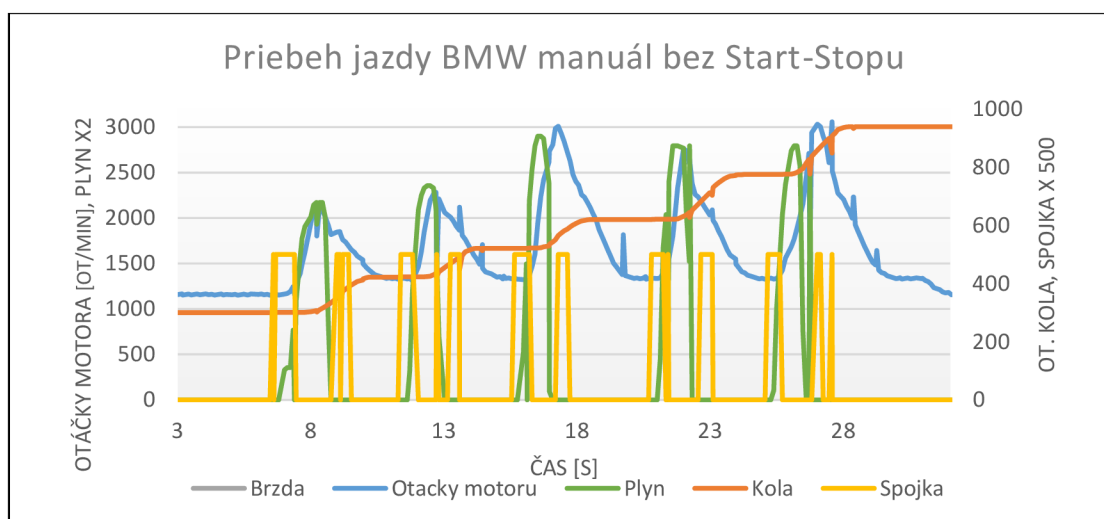
5.2.2 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop

V tabuľke sú uvedené hodnoty namerané pomocou zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop. Následne sú porovnané s hodnotami z meracieho prístroja s kolieskom a je uvedený ich rozdiel.

Tab. č. 8 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW 116i manuál bez Start-Stopu [vlastný]

Poradie	Stlačenie spojky [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	6,607	8,098	1,491	2,216	-0,725
2	11,375	12,693	1,318	0,925	0,393
3	15,644	16,734	1,09	1,076	0,014
4	20,785	21,989	1,204	1,153	0,051
5	25,16	26,473	1,313	1,901	-0,588

Graf vyobrazuje priebeh jednotlivých rozjazdov zoskupených do jednej množiny hodnôt podľa otáčok motora, plynu, spojky, otáčok kolies a časového rozhrania. Žlté spojnice grafu ukazujú stlačenie spojky, kde CAN-bus vracia hodnoty 0 a 1, pričom 1 znamená stlačený spojkový pedál a 0 znamená uvoľnený v základnej polohe. Prihliadaním na tieto spojnice je možné z grafu pozorovať začiatok a koniec rozjazdu. Priebeh každého rozjazdu dopĺňa spojnica zobrazujúca výkyv otáčok motora a intenzity stlačania akceleračného pedálu.



Graf č. 8 – Priebeh jazdy všetkých rozjazdov BMW 116i manuál bez Start-Stopu [vlastný]

5.2.3 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop

Nasledovné výsledky meraní ukazujú rozdiely dvoch rôznych spôsobov meraní odozvy vozidla s využívaním funkcie Start-Stop a bez jej použitia.

Tab. č. 9 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW 116i manuál so Start-Stopom [vlastný]

Poradie	Stlačenie spojky [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	2,643	4,132	1,489	1,565	-0,076
2	9,072	10,773	1,701	1,634	0,067
3	17,272	18,475	1,203	0,997	0,206
4	29,522	31,096	1,574	1,553	0,021
5	36,972	38,369	1,397	1,254	0,143

V prípade prvého rozjazdu bol rýchlejší rozjazd podľa prístroja s optickým snímačom. Pri ostatných rozjazdoch vykazujú nižšiu hodnotu výsledky z CANu.

Ako bolo uvedené na začiatku tejto podkapitoly, detailnejšie grafické náhľady k uvádzaným výsledkom sú súčasťou prílohy č. 1.

5.3 ŠKODA – MANUÁLNA PREVODOVKA

Skúmané vozidlo používa typ systému Start-Stop od výrobcu Bosch. Pre meranie rozjazdov vozidla od značky Škoda bola využitá Fabia, vyrobená v roku 2017. Pri meraní Škody Fabie s manuálnou prevodovkou boli vystriedané 3 totožné vozidlá z dôvodu nefungujúceho Start-Stopu. Vozidlo nezhasínalo motor a Start-Stop bol trvale neaktívny. Pri prvom vozidle bola pravdepodobná príčina nízke napätie na akumulátore, pri druhom vozidle bol neaktívny Start-Stop zapríčinený trvalým diagnostickým vypnutím funkcie v software vozidla. Jednalo sa o vozidlá autoškoly, z toho dôvodu bola možná rýchla výmena vozidiel.

5.3.1 Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom

Namerané dĺžky rozjazdov u vozidla Škoda Fabia boli v priemere 0,925 sekundy bez využitia funkcie Start-Stop. So zapnutou funkciou Start-Stop bol priemerný čas rozjazdu 1,192 sekundy. Tabuľky zobrazujú presné výsledky piatich pokusov rozjazdov bez použitia funkcie Start-Stop a päť rozjazdov s jej využitím.

Tab. č. 10 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál bez Start-Stopu [vlastný]

Bez funkcie Start-Stop	
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]
1	0,911
2	0,861
3	0,986
4	0,875
5	0,993
Priemer	0,925

Tab. č. 11 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál so Start-Stopom [vlastný]

S funkciou Start-Stop	
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]
1	1,078
2	1,125
3	1,123
4	1,327
5	1,309
Priemer	1,192

5.3.2 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop

Tabuľka uvádza výsledky meraní zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop. Priemerná dĺžka rozjazdu z tohto merania vykazovala dobu 0,929 sekundy.

Tab. č. 12 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál bez Start-Stopu [vlastný]

Poradie	Stlačenie spojky [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	2,413	3,366	0,953	0,911	0,042
2	9,741	10,597	0,856	0,861	-0,005
3	18,712	19,679	0,967	0,986	-0,019
4	24,993	25,923	0,930	0,875	0,055
5	32,927	33,864	0,937	0,993	-0,056

5.3.3 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop

Priemerná doba rozjazdu vozidla Škoda Fabia s manuálnou prevodovkou bola 1,159 sekundy podľa údajov vyčítaných prostredníctvom CAN-busu. V porovnaní s meracím prístrojom s kolieskom, ktoré vykazovalo priemernú hodnotu 1,192 sa dĺžka takmer nelíši. Podrobné vyhodnotenie a závery sú uvedené v kapitole Analýza výsledkov riešenia.

Tab. č. 13 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál so Start-Stopom [vlastný]

Poradie	Stlačenie spojky	Pohyb kolies	Rozdiel	Hodnoty z kolieska	Rozdiel CAN/koliesko
1	2,095	3,245	1,150	1,078	0,072
2	11,439	12,574	1,135	1,125	0,010
3	22,116	23,211	1,095	1,123	-0,028
4	33,521	34,876	1,355	1,327	0,028
5	42,637	43,699	1,062	1,309	-0,247

5.4 MAZDA – AUTOMATICKÁ PREVODOVKA

Skúmané vozidlo používa typ systému Start-Stop SISS od výrobcu Mazda. Meranie Mazdy s automatickou prevodovkou prebiehalo veľmi jednoducho a rýchlo vďaka rýchlemu zapojeniu meracieho prístroja do OBD zásuvky. Z toho dôvodu nebolo nutné demontovanie interiéru a napájanie prístroja na vodiče zo zväzku CAN-busu. Ako pri každom meraní, aj pri tomto bolo najprv vykonané testovacie meranie funkčnosti meracích zariadení a následne bolo spustené meranie. Prvé meranie prebehlo bez spustenej funkcie Start-Stop a druhé so spustenou.

5.4.1 Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom

Meraním bola zistená odozva vozidla v priemere 0,547 v prípade rozjazdu bez využitia funkcie Start-Stop a 0,831 sekundy v prípade rozjazdu s použitím funkcie Start-Stop.

Tab. č. 14 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál bez Start-Stopu [vlastný]

Bez funkcie Start-Stop	
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]
1	0,519
2	0,612
3	0,664

Bez funkcie Start-Stop	
4	0,462
5	0,479
Priemer	0,547

Tab. č. 15 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál so Start-Stopom [vlastný]

S funkciou Start-Stop	
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]
1	0,974
2	0,862
3	0,707
4	0,729
5	0,881
Priemer	0,831

5.4.2 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop

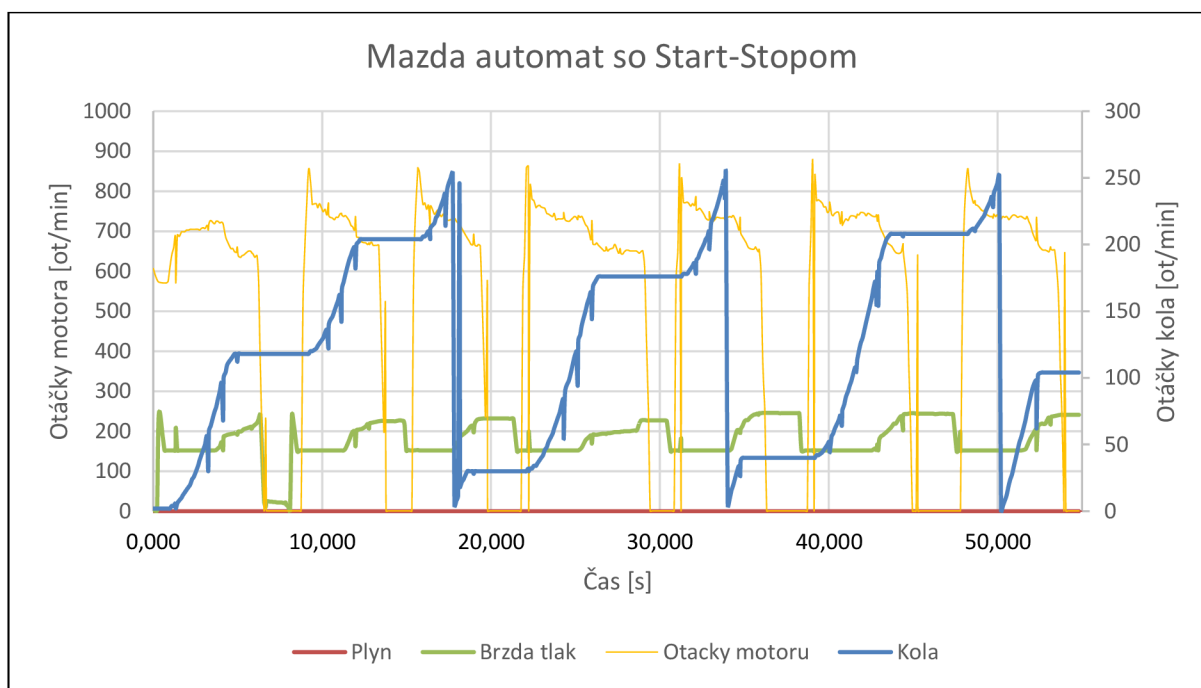
Podľa dát získaných zo zbernice CAN bola odozva pri viacerých rozjazdoch bez použitia funkcie Start-Stop 0,547 sekundy. Rozjazdov bolo pre potreby jedného merania vykonaných približne 8 a následne boli vyradené nepravdepodobné alebo neúplné rozjazdy skreslené nesprávnou technikou jazdy alebo iných technických vplyvov.

Tab. č. 16 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál bez Start-Stopu [vlastný]

Poradie	Pustenie brzdy [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	17,507	17,938	0,431	0,519	-0,088
2	29,214	29,650	0,436	0,612	-0,176
3	34,887	35,329	0,442	0,664	-0,222
4	45,281	45,719	0,438	0,462	-0,024
5	57,527	57,977	0,450	0,479	-0,029

5.4.3 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop

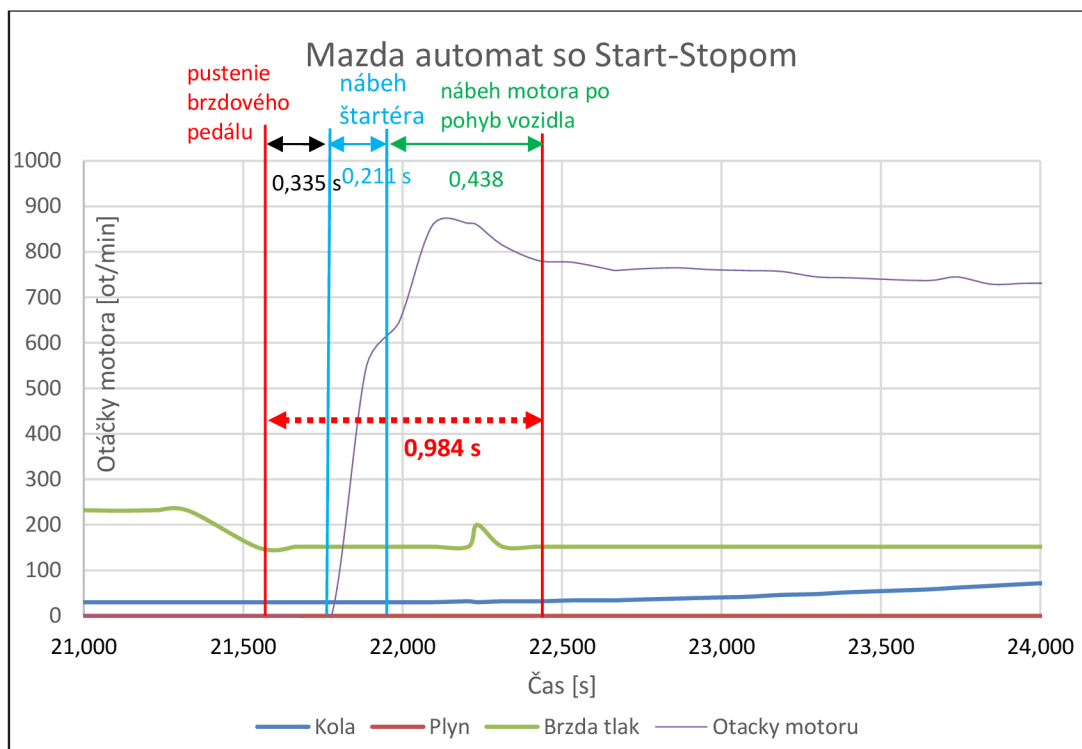
Pri vozidle Mazda je možné v grafe vidieť pravidelnosť otáčok kolies, ktoré pravidelne stúpa a následne klesne. Udeje sa tak vtedy, keď hodnoty kolies vyhodnotené riadiacou jednotkou dosiahnu maximum (254).



Graf č. 9 – Odozva vozidla Mazda s automatickou prevodovkou s využitím Start-Stopu [vlastný]

Ako je možné vyčítať z grafu, pri testovaní odozvy nebol využívaný plynový pedál a vozidlo bolo do pohybu uvedené výhradne pustením brzdového pedálu.

Nasledujúci graf je rozdelený do troch častí podľa prebiehajúcich úkonov. Pri rozjazde prebehlo pustenie brzdového pedálu. Po pustení prebieha automatický štart motora. Od pustenia brzdy po následný štart motora riadený riadiacou jednotkou prebehlo 0,335 sekundy. Následne bol pretočený štartér kvôli naštartovaniu. Toto trvalo 0,211 sekundy a je možné túto skutočnosť pozorovať prudkým nárastom otáčok motora od nuly po mierny skok na hladine približne 600 otáčok za minútu, ktoré spôsobil štartér. Od nábehu motora po pohyb vozidla ubehlo 0,438 s. Toto naštartovanie trvalo 0,984 sekundy. Uvedený rozpis prebiehajúcich úkonov vo vozidle je podobný pri väčšine ostatných vozidiel.



Graf č. 10 – Rozdelenie častí v grafe a vyobrazenie jednotlivých dĺžok úkonov [vlastný]

Priemerná doba rozjazdu vozidla Mazda s automatickou prevodovkou a s využitím Start-Stopu bola 0,895 sekundy.

Tab. č. 17 – Vyhodnotenie rozjazdov Mazda automat so Start-Stopom [vlastný]

Poradie	Pustenie brzdy [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	8,212	9,305	1,093	0,974	0,119
2	14,988	15,972	0,984	0,862	0,122
3	21,551	22,206	0,655	0,707	-0,052
4	30,645	31,396	0,751	0,729	0,022
5	38,284	39,275	0,991	0,881	0,110

5.5 BMW – AUTOMATICKÁ PREVODOVKA

Skúmané vozidlo používa typ systému Start-Stop od výrobcu Bosch. Na meranie odozvy vozidla so Start-Stopom s automatickou prevodovkou bolo využité vozidlo BMW 530d xDrive, vyrobené v roku 2018.

5.5.1 Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom

Priemerná dĺžka rozjazdu bola pri vozidle BMW s automatickou prevodovkou 0,228 sekundy v prípade rozjazdu bez použitia funkcie Start-Stop. Naopak v prípade jej využitia bol rozjazd dlhší o 0,253 sekundy a teda 0,481 sekundy.

Tab. č. 18 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW automat bez Start-Stopu [vlastný]

Bez funkcie Start-Stop	
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]
1	0,271
2	0,114
3	0,337
4	0,185
5	0,231
Priemer	0,228

Tab. č. 19 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW automat so Start-Stopom [vlastný]

S funkciou Start-Stop	
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]
1	0,574
2	0,374
3	0,661
4	0,461
5	0,333
Priemer	0,481

5.5.2 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop

Namerané hodnoty pomocou CAN-busu vykazujú priemer v podobe 0,179 sekundy na každý rozjazd vozidla. Keďže bolo vykonaných viac rozjazdov a všetky vykazovali podobné hodnoty, je možné usúdiť, že sa nejedná o skreslené dáta.

Tab. č. 20 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW automat bez Start-Stopu [vlastný]

Poradie	Pustenie brzdy [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	5,034	5,252	0,218	0,271	-0,053
2	9,296	9,409	0,113	0,114	-0,001
3	23,081	23,296	0,215	0,337	-0,122
4	27,343	27,471	0,128	0,185	-0,057
5	32,267	32,486	0,219	0,231	-0,012

5.5.3 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop

Priemerný rozjazd s využitím funkcie Start-Stop bol vyšší v porovnaní s rozjazdom bez použitia Start-Stop. Jednalo sa o 0,427 sekundy spriemerovaním.

Tab. č. 21 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW automat so Start-Stopom [vlastný]

Poradie	Pustenie brzdy [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	12,689	13,133	0,444	0,574	-0,130
2	22,967	23,409	0,442	0,374	0,068
3	105,659	106,141	0,482	0,661	-0,179
4	116,921	117,361	0,440	0,461	-0,021
5	125,893	126,222	0,329	0,333	-0,004

5.6 ŠKODA – AUTOMATICKÁ PREVODOVKA

Skúmané vozidlo používa typ systému Start-Stop od výrobcu Bosch. Pri meraní odozvy vozidla vplyvom Start-Stopu s automatickou prevodovkou bolo využité vozidlo Škoda Octavia III z roku 2013, ktoré disponuje prevodovkou s označením DSG.

5.6.1 Vyhodnotenie dát z meracieho prístroja s optickým snímačom

Priemerná doba rozjazdu trvala vozidlu Škoda Octavia III podľa meracieho prístroja s kolieskom a optickým snímačom 0,468 sekundy. Jednalo sa o rozjazdy s pridaním plynu aj bez pridaní plynu.

Tab. č. 22 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda automat bez Start-Stopu [vlastný]

Bez funkcie Start-Stop	
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]
1	0,514
2	0,571
3	0,422
4	0,393
5	0,439
Priemer	0,468

V prípade merania so zapnutou funkciou Start-Stop bolo rozlišované, či sa jedná o rozjazdy s pridaním plynu alebo bez neho. Rozjazd s pridaním plynu podľa optického snímača trval v priemere 1,114 sekundy a bez prídania plynu 2,648 sekundy.

Tab. č. 23 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda automat so Start-Stopom [vlastný]

S funkciou Start-Stop		
Poradie pokusu	Nameraný čas [s]	
	S plynom	Bez plynu
1	1,201	2,694
2	1,223	2,656
3	1,127	2,663
4	1,004	2,566
5	1,017	2,661
Priemer	1,114	2,648

5.6.2 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus bez využitia funkcie Start-Stop

Podľa získaných dát z CAN zbernice je priemerná doba rozjazdu 0,179 sekundy. Ako je možné vyčítať z tabulky, merania sa príliš nelíšili a vo väčšine prípadoch sú hodnoty z CANu o niečo málo nižšie než hodnoty odčítané optickým senzorom.

Tab. č. 24 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda automat bez Start-Stopu [vlastný]

Poradie	Pustenie brzdy [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	0,66	1,12	0,460	0,514	-0,054
2	4,161	4,616	0,455	0,571	-0,116
3	8,118	8,641	0,523	0,422	0,101
4	17,613	17,937	0,324	0,393	-0,069
5	21,989	22,427	0,438	0,439	-0,001

5.6.3 Vyhodnotenie dát zo zbernice CAN-bus s využitím funkcie Start-Stop

Ako bolo spomenuté vyššie, pri testovaní vozidla Škoda Octavia III boli zaznamenané rozdielne hodnoty pri rozjazde s použitím plynu a bez neho. Nasledujúce dve tabuľky zobrazujú spomenuté rozdiely. Priemerná dĺžka rozjazdu s plynovým pedálom bola 1,099 sekundy a bez plynového pedálu bola 2,755 sekundy, čo je viac ako 2,5-násobok.

Tab. č. 25 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda automat so Start-Stopom s použitím plynového pedálu [vlastný]

Poradie	Pustenie brzdy [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	11,273	12,381	1,108	1,201	-0,093
2	20,787	21,993	1,206	1,223	-0,017
3	29,315	30,412	1,097	1,127	-0,030
4	37,19	38,292	1,102	1,004	0,098
5	45,724	46,708	0,984	1,017	-0,033

Tab. č. 26 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda automat so Start-Stopom bez použitia plynového pedálu [vlastný]

Poradie	Pustenie brzdy [s]	Pohyb kolies [s]	Rozdiel [s]	Hodnoty z kolieska [s]	Rozdiel CAN/koliesko [s]
1	10,592	13,438	2,846	2,694	0,152
2	23,827	26,448	2,621	2,656	-0,035
3	34,433	37,167	2,734	2,663	0,071
4	44,066	46,905	2,839	2,566	0,273
5	52,373	55,108	2,735	2,661	0,074

6 ANALÝZA VÝSLEDKOV RIEŠENÍ

Kapitola analýz výsledkov riešenia sa zaoberá súhrnom všetkých získaných výsledkov a ich celkovým vyhodnotením.

V predchádzajúcej kapitole boli uvedené všetky namerané dáta s následným vyhodnotením. Jedná sa o tri vozidlá s manuálnou prevodovkou a tri vozidlá s automatickou prevodovkou. Meraním bolo zistené, že veľmi záleží na tom, či sa jedná o vozidlo s manuálnou alebo s automatickou prevodovkou.

Všetky merania boli vykonávané pomocou dvoch meracích prístrojov a to, ako bolo uvedené v práci, meracím prístrojom s kolieskom a optickým snímačom a meranie pomocou zbernice CAN-bus prostredníctvom adaptéru USB2CAN. Z následnej analýzy bolo zistené, že merania z obidvoch meracích zariadení boli veľmi podobné, a preto je možné skonštatovať, že k nameraniu odozvy rôznych vozidiel je postačujúce jednoduchšie meranie a to použitie zariadenia s optickým snímačom. Avšak pri použití kolieska s optickým snímačom nemožno zistiť presný priebeh rozjazdu, nakoľko výstup z Arduina zobrazuje len konkrétne časy rozjazdov a neumožňuje detailné zobrazenie všetkých veličín, ktoré boli sledované pomocou zbernice CAN-bus. Pri použití metódy čítania informácií zo zbernice CAN-bus bolo možné exportovanie nameraných hodnôt do Excelu a následná detailná práca s nimi, tak ako bolo možné vidieť v tejto práci. Preto je na zvážení, na aké účely má byť meranie použité.

Ak sa jedná výlučne o zistenie dĺžky odozvy vozidla, je možné použiť samostatne zariadenie s kolieskom a optickým snímačom, pričom však je nutné vykonať väčší rozsah skúšobných rozjazdov a následne spraviť selekciu extrémov. Extrémy – teda minimá a maximá nameraných hodnôt môžu vznikáť napríklad nechceným pohybom vozidla, mechanickou chybou zariadenia, zlého uchytenia prístroja na vozidlo, veľkej medzery medzi ozubením v koliesku (vylomením ozubenia), vplyvom znečistenia senzoru a iné. Ak je pre testovanie dôležité poznať okrem dĺžky odozvy aj celkový priebeh rozjazdu (napr. ak je žiaduce poznať, ktorá časť rozjazdu zaberá koľko času), v tom prípade je vhodné využiť zbernicu CAN-bus a vyčítať z nej potrebné správy. Táto metóda však môže byť o čosi náročnejšia, nakoľko ID správ sledovaných veličín je nutné zisťovať pre každé vozidlo separátne. Väčšinou sa jedná o rovnaké ID pre jednu konkrétnu značku vozidiel alebo jej modelový rad. Zisťovanie ID správ potrebných veličín pre každé vozidlo je samostatný proces, ktorý táto práca nerieši a pre jej potreby boli ID zistené firmou CANLAB s.r.o.

6.1 MANUÁLNA PREVODOVKA

Pri testovaní vozidiel s manuálnou prevodovkou boli rozdiely veľmi malé. Táto skutočnosť je spôsobená ľudským faktorom, kedy záleží na vodičovi vozidla a jeho rýchlosti konania. Za dobu, než vodič stlačí spojkový pedál, zaradí príslušný prevodový stupeň a začne reagovať postupným uvoľňovaním spojkového pedálu sa motor naštartuje. Každý vodič má vlastný štýl a vlastnú rýchlosť bežných rozjazdov, preto táto dĺžka môže byť u jednotlivých vodičov rôzna. Keďže rovnaký priebeh rozjazdu prebieha pri rozjazde či už s použitím alebo bez použitia funkcie Start-Stop, je výsledok merania z tohto dôvodu takmer rovnaký pri oboch verziách rozjazdu. Detailné výsledky a rozdiely sú uvedené v tabuľkách nižšie.

Pri vozidle Mazda manuál bol rozdiel 0,011 s, pričom rýchlejší bol rozjazd so Start-Stopom, čo je zároveň najmenší rozdiel zo všetkých testovaných vozidiel s manuálnou prevodovkou. Naopak najväčší rozdiel medzi rozjazdom s a bez Start-Stopu malo vozidlo Škoda a to podľa optického senzora aj CAN-busu. Rozdiel bol vypočítaný na 0,267 sekúnd. Tento rozdiel je malý s nízkym vplyvom. Vo vzťahu k reakcii vodiča však vplyv rozhodne mať môže, napríklad pre potreby svedkov, či sa vodič rozbiehal alebo nie.

6.2 AUTOMATICKÁ PREVODOVKA

Pri vozidlách s automatickou prevodovkou sa situácia značne mení. Vozidlá s automatickou prevodovkou mali časy rozjazdov značne rozdielne pri porovnávaní rozjazdu so zapnutou a s vypnutou funkciou Start-Stop. Najmenšie rozdiely boli zistené pri vozidle BMW 530d xDrive, ktoré z testu obišlo najlepšie v zmysle najkratšej odozvy vozidla. Podľa výsledkov získaných z CAN-busu bola odozva vozidla bez použitia Start-Stopu 0,179 sekundy a s využitím Start-Stopu 0,427 sekundy. Rozdiel je teda 0,248 sekundy. Naopak najdlhšiu odozvu malo vozidlo Škoda Octavia III s prevodovkou DSG, kde CAN vykazoval hodnoty bez Start-Stopu 0,440 sekundy a so Start-Stopom 1,099 sekundy, čo tvorí rozdiel 0,659 sekundy.

Hodnota 1,099 s je hodnota nameraná pri rozjazde s pridávaním plynu. Bol vykonaný test rozjazdu so zapnutým Start-Stopom bez pridania plynu pri rozjazde, kde hodnoty z CANu vykázali hodnoty až 2,755 sekundy a hodnoty z optického snímača 2,648 sekundy. Tento rozdiel 1,656 sekundy je závažný a môže spôsobovať nižšiu plynulosť premávky a dôležité rozdiely pri analýze dopravných nehôd. V nasledujúcej tabuľke je uvedený prehľad rozjazdov Škody Octavia III s automatickou prevodovkou DSG s pridávaním plynu a bez pridávania plynu.

Tab. č. 27 – Rozdiel rozjazdu Škoda Octavia III s pridaním plynu alebo bez [vlastný]

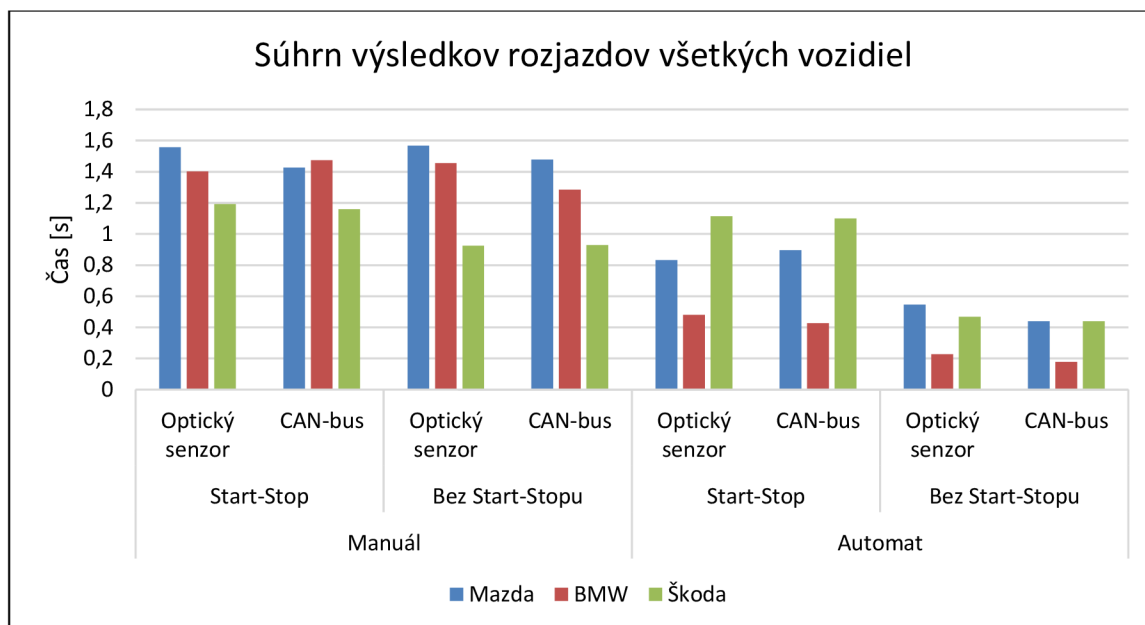
		Optický Senzor [s]	CAN-bus [s]
Škoda Start-Stop	automat bez plynu	2,648	2,755
	automat s plynom	1,114	1,099
Rozdiel		1,534	1,656

Do výsledkov je zahrnutá práve hodnota s pridávaním plynu, nakoľko cieľom bolo nasimulovať bežný pohyb v premávke, kde vodič bežne plyn pridáva.

Tab. č. 28 – Detailný súhrn dĺžky rozjazdov všetkých testovaných vozidiel [vlastný]

			Mazda [s]	BMW [s]	Škoda [s]
Manuál	Start-Stop	Optický senzor	1,557	1,401	1,192
		CAN-bus	1,425	1,473	1,159
	Bez Start-Stopu	Optický senzor	1,568	1,454	0,925
		CAN-bus	1,478	1,283	0,929
Automat	Start-Stop	Optický senzor	0,831	0,48	1,114
		CAN-bus	0,895	0,427	1,099
	Bez Start-Stopu	Optický senzor	0,547	0,228	0,468
		CAN-bus	0,439	0,179	0,44

Priemerná dĺžka odozvy vozidla v prípade použitia systému Start-Stop vo vozidle s manuálnou prevodovkou činí 1,37 s, s automatickou prevodovkou je to 0,81 s. Prípady bez použitia Start-Stopu tvoria dĺžku odozvy vozidla pre rozjazd 1,27 s pre vozidlo s manuálnou prevodovkou a 0,38 s pre vozidlo s automatickou prevodovkou.



Graf č. 11 – Súhrn výsledkov všetkých rozjazdov [vlastný]

V tabuľke vypočítaných rozdielov, výsledky uvedené v mínusových hodnotách značia dlhší rozjazd bez Start-Stopu. Naopak hodnoty, ktoré sú v pluse značia to, že rozjazd bol dlhší práve so zapnutou funkciou Start-Stopu.

Tab. č. 29 – Rozdiely v nameraných hodnotách [vlastný]

Značka vozidla	Prevodovka	Opt. Senzor [s]	CAN-bus [s]
Mazda	manuál	-0,011	-0,053
BMW		-0,053	0,19
Škoda		0,267	0,23
Mazda	automat	0,284	0,456
BMW		0,252	0,248
Škoda		0,646	0,659

Ako je možné z tabuľky spozorovať, deväť z dvanástich testov preukázali dlhší rozjazd práve s použitím funkcie Start-Stop. Všetky tri rozjazdy, ktoré vykázali opak, boli rozjazdy s manuálnou prevodovkou. Práve táto skutočnosť mohla zapríčiniť opačné výsledky, nakoľko presnosť rozjazdu ľudského faktora sa nedala presne určiť. Jedná sa však o veľmi nízke rozdiely a to v rádoch stotín sekundy, ktoré sú zanedbateľné.

ZÁVER

Zmyslom tejto práce bolo zistiť odozvu vozidla v prípade využitia systému Start-Stop v premávke. Odozva vozidla bola meraná v dvoch prípadoch a to s využitím funkcie Start-Stop a bez jej využitia. Namerané hodnoty boli následne vyhodnotené a medzi sebou porovnané.

V prvej časti práce, ktorá sa zaoberala teoretickým základom problematiky, boli popísané nielen pojmy a definície potrebné pre pochopenie samotnej činnosti a významu Start-Stopu ale aj história a celkové využitie. Bola popísaná funkcia Start-Stopu a podmienky pre jeho prevádzku a udržanie v činnosti, ďalej bol Start-Stop rozdelený podľa výrobcu a boli objasnené jeho výhody a nevýhody. Teoretická časť práce sa okrem už vyššie spomenutého zaoberala aj emisiami pevných častíc, základným rozdelením prevodoviek a reakčnou dobou človeka, ktorý vystupuje v problematike ako dôležitý faktor. V neposlednom rade bol v práci uvedený aj význam a prínos zbernice CAN-bus. Následne boli v práci formulované problémy a vytýčené ciele riešenia.

Druhá časť práce sa zaoberá použitými metódami a zdôvodnením ich výberu. Metódy meraní boli pre potreby výskumu použité dve. Prvá je pomocou napojenia zbernice CAN a následným vyčítaním dátového toku a to za pomoci meracieho prístroja od firmy CANLAB s.r.o., ktorý sa zapojí do počítača a pomocou špeciálneho softvéru sa dáta vyčítavajú. Druhou metódou je merací prístroj vytvorený autorkou tejto práce pre potreby výskumu odozvy a pohybu vozidla. Tento merací prístroj spočíval v koliesku s ozubením, ktoré prechádzalo pomedzi optický senzor a pri pohybe vozidla sa koliesko točilo zároveň s vozidlom. Otočením kolieska sa točilo ozubenie, kde sa v senzore striedalo svetlo a tma a tak softvér vyhodnocoval pohyb. V tejto časti práce boli dopodrobna popísané obe meracie metódy a tiež podmienky merania, miesto merania, testované vozidlá a samotná realizácia meraní.

Praktická časť práce sa zameriavala na samotné merania odozvy vozidiel. Bolo zabezpečených 6 vozidiel, z toho 3 s manuálnou a 3 s automatickou prevodovkou. Na každom vozidle bolo vykonané testovanie odozvy a to spôsobom zapojenia oboch meracích prístrojov a následnými opakovanými rozjazdmi. Každé vozidlo bolo testované bez použitia a s použitím Start-Stopu. Výsledky boli ukladané a po skončení merania vyhodnotené. Hodnotenia boli spracované do prehľadných grafov z časti vložených v práci a z časti v prílohe č. 1 tejto práce.

Dáta získané z meracieho prístroja s optickým senzorom sa vyhodnocovali automaticky pri meraní a to prostredníctvom vytvoreného scriptu pre Arduino. Dáta získané zo zbernice CAN boli vyhodnocované pomocou Excelu. Zo zbernice CAN boli pre potreby zistenia odozvy hľadané signály a to údaje o spojke, plynovom pedále, tlaku brzdy, otáčok motora a otáčok kolies. Analýza dát bola

následne závislá na rozpoznaní spomínaných signálov prechádzajúcich cez vodiče zbernice CAN a ich priradenie k správnym hodnotám. Každý signál má v zbernici svoje ID správy, pod ktorým sa dá vyhľadať. Použité signály sú uvedené v prílohe tejto práce, nakoľko každý výrobca má iné pridelenie ID správam.

Z meraní bolo zistené, že záleží na použítom druhu prevodovky vo vozidle, pričom pri manuálnej prevodovke nemá Start-Stop veľký vplyv na plynulosť premávky v zmysle odozvy vozidla na vodiča. Pri automatickej prevodovke záleží na jej druhu a rozdiely medzi jednotlivými rozjazdami so zapnutým a vypnutým systémom Start-Stop sa značne líšili. Najdlhšiu odozvu vykazovalo vozidlo Škoda Octavia III s automatickou prevodovkou s označením DSG. Toto vozidlo má pri rozjazde bez plynu odozvu až 2,755 sekundy. S pridaním plynu pri rozjazde sa odozva skraca v priemere na 1,099 sekundy. Dĺžka odozvy tohto vozidla je aj tak stále najvyššia zo všetkých meraných vozidiel.

Z analýzy výsledkov vyplýva, že obidva spôsoby meraní sú podobne presné. Pomerovo lepšie je však čítanie pomocou zbernice CAN-bus, kedy je možné každý rozjazd dopodrobna preskúmať pomocou nameraných hodnôt exportovaných do Excelu. Táto možnosť ponúka akúkoľvek prácu s dátami v podobe grafov a rôznych potrebných výpočtov. Arduino vytvorené pre zariadenie s kolieskom ponúka len koncový časový údaj rozjazdu od stlačenia spojky (alebo pustení brzdy pri vozidle s automatickou prevodovkou) po pohyb kolies. Pri tomto spôsobe merania je navyše nutné vykonať rozsiahlejšiu množinu meraní a vyselektovať extrémne minimá a maximá vyhodnotené ako nepodarené rozjazdy. Z toho dôvodu je potrebné poznať účel meraní a podľa toho prispôbiť výber meracieho prístroja. Použité zariadenia sa v čase tvorby tejto diplomovej práce pohybujú v cenovej hladine 2 750 Kč / 110 € za hardvér USB2CAN (ktoré bolo použité pre 4 vozidlá) a 4 250 Kč / 170 € za hardvér USB2CAN TRIPLE (použité pre 2 vozidlá, konkrétne Mazda CX-3 a Mazda 6). V cene každého hardvéru je započítaný aj príslušný softvér [29]. Približná suma kúpy HW+SW je teda 7 000 Kč / 280 €. Zaobstaranie meracieho prístroja s optickým senzorom vyšlo o niečo menej nákladne, nakoľko bol tento prístroj svojpomocne vyrobený autorkou. Celková suma za potrebné súčiastky na zostrojenie hardvéru je približne 1 250 Kč / 50 €. Softvér je taktiež naprogramovaný svojpomocne, preto nie je možné stanoviť jeho presnú cenu. Z uvedeného vyplýva, že v tomto prípade je menej nákladná verzia merania pomocou vlastného vyrobeného prístroja s kolieskom a optickým senzorom.

Záverom zistení je možné skonštatovať, že priemerná dĺžka rozjazdu vozidla s manuálnou prevodovkou je 1,27 s bez použitia Start-Stopu a 1,37 s v prípade použitia Start-Stopu. Toto tvrdenie veľmi záleží na štýle jazdy vodiča a rýchlosti práce s pedálmi a radením. Priemerná dĺžka rozjazdu vozidla s automatickou prevodovkou je podľa meraní 0,38 s bez použitia Start-Stopu

a 0,81 s bez jeho použitia. Tento rozdiel už je značný a môže mať vplyv na plynulosť jazdy a tiež k výkonu analýzy dopravných nehôd. Pre účely zistenia odozvy môžeme vozidlá kategorizovať podľa prevodového systému a následne zostaviť tabuľku hodnôt pre jednotlivé druhy a určiť tak jednotne dĺžku rozjazdu. Pre zistenie je však potrebné vykonať výskum vo väčšom rozsahu, pričom táto práca môže slúžiť ako podklad pre jeho realizáciu. Práca ponúka súhrn možností merania a vyhodnocovania a pre ďalšie merania už nie je potrebné riešiť teoretické stanoviská a hľadať spôsoby na zisťovanie odozvy. V prípade väčšej vzorky nameraných hodnôt si autorka vie predstaviť kategorizáciu vozidiel s veľmi podobnými parametrami a následne aj veľmi podobnými výsledkami nameraných hodnôt.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮV

- [1] VLK, František. Lexikon *moderní* automobilové techniky. 1. vydání. Brno: Prof.Ing.František Vlk,DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2005, 344 stran : černobílé ilustrace. ISBN 80-239-5416-4.
- [2] MUELLER, Norbert, Steffen STRAUSS, Stefan TUMBACK, Guo-chang GOH a Ansgar CHRIST. Next Generation Engine Start/Stop Systems. SAE International Journal of Engines [online]. Warrendale: SAE International, 2011, 4(1), 874-887 [cit. 2022-11-01]. ISSN 1946-3936. Dostupné z: doi:10.4271/2011-01-0712
- [3] Na čo slúži systém *Start-Stop* [online]. Autodoc [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://www.autodoc.sk/info/na-co-sluzi-system-start-stop>
- [4] SAJDL, Jan. *Start/Stop* [online]. Autolexicon, 2016 [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/startstop/>
- [5] FRANCO, Joanna. Bosch: New Vehicles in Europe Using Start-Stop Technology to Increase by 50% by 2012. Global Refining & *Fuels Report* [online]. Houston: Hart Energy, 2009, 13(17), 14 [cit. 2022-11-17]. ISSN 1940-5162. Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/1524735077?pq-origsite=primo>
- [6] LEE, Hyeonjik a Kihyung LEE. Comparative Evaluation of the Effect of Vehicle Parameters on Fuel Consumption under NEDC and WLTP. *Energies (Basel)* [online]. Basel: MDPI AG, 2020, 13(16), 4245 [cit. 2023-05-16]. ISSN 1996-1073. Dostupné z: doi:10.3390/en13164245
- [7] NEDC a WLTP [online]. VW, 2022 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.vw.sk/wltp/nedc-a-wltp>
- [8] Co je to WLTP [online]. Seat, 2022 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.seat.sk/o-znacke-seat/co-je-to-wltp>
- [9] DIPIERRO, Giuseppe, Federico MILLO, Claudio CUBITO, Biagio CIUFFO a Georgios FONTARAS. Analysis of the Impact of the WLTP Procedure on *CO2 Emissions of Passenger Cars*. 2019. ISSN 0148-7191. Dostupné z: doi:10.4271/2019-24-0240
- [10] VLK, František. Zkoušení a diagnostika motorových vozidel: výkon vozidla, brzdné vlastnosti, převodová ústrojí, řízení, geometrie kol, tlumiče a pružiny, řiditelnost a ovladatelnost, životnostní zkoušky, motor, zapalování, elektronické systémy. 1. vyd. Brno: Vlk, 2001, 576 s. : il. ; 23 cm. ISBN 80-238-6573-0.
- [11] ZHU, Rencheng, Yanan FU, Lulu WANG, Jingnan HU, Liqiang HE, Menglei WANG, Yitu LAI a Sheng SU. Effects of a start-stop system for gasoline direct injection vehicles on fuel consumption and particulate emissions in hot and cold environments. *Environmental pollution (1987)* [online]. Elsevier B.V, 2022, 308, 119689-119689 [cit. 2022-11-01]. ISSN 0269-7491. Dostupné z: doi:10.1016/j.envpol.2022.119689
- [12] ABAS, Mohd Azman, Shaiful Fadzil ZAINAL ABIDIN, Srithar RAJOO, Ricardo MARTINEZ-BOTAS a Muhammad Izzal ISMAIL. Evaluation Between Engine Stop/Start and Cylinder Deactivation

Technologies Under Southeast Asia *Urban Driving Condition*. 2017. ISSN 0148-7191. Dostupné z: doi:10.4271/2017-01-0986

- [13] VLK, František. *Převodová ústrojí motorových vozidel: spojky, převodovky, rozvodovky, diferenciály, hnací hřídele, klouby*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000, 312 s. : il. ; 23 cm. ISBN 80-238-5275-2.
- [14] VLK, František. *Teorie a konstrukce motocyklů*. díl 1. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc, 2004, 355 s. : il. ISBN 80-239-1601-7.
- [15] SKULA, Libor. *Manuální převodovky motorových vozidel*. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství, 2011.
- [16] AZUMA, Tsukasa. *How Manual Transmissions Work: Explained in an Easy Way*. In: *Car from Japan* [online]. 2020 [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: <https://carfromjapan.com/article/car-maintenance/how-manual-transmissions-work-explained-easy-way/>
- [17] VLK, František. *Převody motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc, 2006, 371 s. : il. ISBN 80-239-6463-1.
- [18] *Automatické převodovky*. In: *ELUC: Elektronická učebnice* [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1477>
- [19] *Automat vs. manuál: jakou převodovku vybrat do toho kterého auta*: Marek Bednář [online]. 2017 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.autoforum.cz/zivot-ridice/automat-vs-manual-jakou-prevodovku-vybrat-do-toho-ktereho-auta/>
- [20] *Typy automatických převodovek a jak se s nimi jezdí?* [online]. *Garáž.cz*, 2020 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/automaticke-prevodovky-21004288>
- [21] JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ, Jiří ČUPERA, Pavel SEDLÁK, Jan JETMAR a Adam POLCAR. *Automobily*. (2), *Převody*. 5. vydání. Brno: Avid, spol. s r.o, 2018, 213 stran : ilustrace (převážně barevné). ISBN 978-80-87143-39-1.
- [22] RÁBEK, Vlastimil. *Vnímání a rozhodování účastníků silničního provozu - denní doba: (sborník tuzemských a převzatých cizojazyčných publikací*. Olomouc: Properus, 2014. ISBN 9788090494428.
- [23] GREEN, Marc. "How Long Does It Take to Stop?" *Methodological Analysis of Driver Perception-Brake Times*. *Transportation human factors* [online]. Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2000, 2(3), 195-216 [cit. 2022-12-29]. ISSN 1093-9741. Dostupné z: doi:10.1207/STHF0203_1
- [24] BRADÁČ, Albert. *Soudní inženýrství*. Brno: CERM, 1999, 725 s. : il., tab. ISBN 80-7204-133-9.
- [25] CANLAB s.r.o. [online]. Brno [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: https://www.canlab.cz/cs/usb2can_interface

[26] ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY MOTOROVÝCH VOZIDEL [online]. In: VLK, František. 2005 [cit. 2023-03-03]. ISSN 1211-443X. Dostupné z: <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2005-04-193-212.pdf>

[27] Robert BOSCH, Škoda Auto - základy CAN-Busu: Výukové materiály. 2005.

[28] Mapy.cz. In: *Mapy* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: www.mapy.cz

[29] Ceník. In: CANLAB: CANLAB s.r.o. [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.canlab.cz/cs/node/23>

ZOZNAM TABULIEK

Tab. č. 1 – Rozdelenie použitých vozidiel [vlastný]	47
Tab. č. 2 – Mazda CX-3 manuál bez funkcie Start-Stop – dĺžky rozjazdu merané optickým snímačom [vlastný]	49
Tab. č. 3 – Mazda CX-3 manuál s funkciou Start-Stop – dĺžky rozjazdu merané optickým snímačom [vlastný]	49
Tab. č. 4 – Vyhodnotenie rozjazdov Mazda manuál bez Start-Stopu [vlastný]	51
Tab. č. 5 - Vyhodnotenie rozjazdov Mazda manuál so Start-Stopom [vlastný].....	53
Tab. č. 6 – BMW 116i manuál bez funkcie Start-Stop – dĺžky rozjazdu merané optickým snímačom [vlastný]	55
Tab. č. 7 – BMW 116i manuál s funkciou Start-Stop – dĺžky rozjazdu merané optickým snímačom [vlastný]	55
Tab. č. 8 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW 116i manuál bez Start-Stopu [vlastný]	56
Tab. č. 9 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW 116i manuál so Start-Stopom [vlastný]	57
Tab. č. 10 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál bez Start-Stopu [vlastný]	58
Tab. č. 11 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál so Start-Stopom [vlastný].....	58
Tab. č. 12 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál bez Start-Stopu [vlastný]	58
Tab. č. 13 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál so Start-Stopom [vlastný].....	59
Tab. č. 14 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál bez Start-Stopu [vlastný]	59
Tab. č. 15 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál so Start-Stopom [vlastný].....	60
Tab. č. 16 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda manuál bez Start-Stopu [vlastný]	60
Tab. č. 17 – Vyhodnotenie rozjazdov Mazda automat so Start-Stopom [vlastný]	62
Tab. č. 18 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW automat bez Start-Stopu [vlastný].....	63
Tab. č. 19 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW automat so Start-Stopom [vlastný].....	63
Tab. č. 20 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW automat bez Start-Stopu [vlastný].....	64
Tab. č. 21 – Vyhodnotenie rozjazdov BMW automat so Start-Stopom [vlastný].....	64

Tab. č. 22 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda automat bez Start-Stopu [vlastný].....	65
Tab. č. 23 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda automat so Start-Stopom [vlastný]	65
Tab. č. 24 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda automat bez Start-Stopu [vlastný].....	66
Tab. č. 25 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda automat so Start-Stopom s použitím plynového pedálu [vlastný]	66
Tab. č. 26 – Vyhodnotenie rozjazdov Škoda automat so Start-Stopom bez použitia plynového pedálu [vlastný]	66
Tab. č. 27 – Rozdiel rozjazdu Škoda Octavia III s pridaním plynu alebo bez [vlastný].....	69
Tab. č. 28 – Detailný súhrn dĺžky rozjazdov všetkých testovaných vozidiel [vlastný]	69
Tab. č. 29 – Rozdiely v nameraných hodnotách [vlastný]	70

ZOZNAM GRAFOV

Graf č. 1 – Porovnanie dĺžok rozjazdov nameraných pomocou kolieska s optickým snímačom [vlastný]	49
Graf č. 2 – Vyhodnotenie hodnôt rozjazdov [vlastný].....	51
Graf č. 3 – Priebeh jazdy všetkých rozjazdov Mazda manuál bez Start-Stopu [vlastný].....	52
Graf č. 4 – Priebeh jazdy jedného rozjazdu Mazda manuál bez Start-Stopu [vlastný].....	52
Graf č. 5 – Vyhodnotenie hodnôt rozjazdov [vlastný].....	53
Graf č. 6 – Priebeh jazdy všetkých rozjazdov Mazda manuál so Start-Stopom [vlastný].....	54
Graf č. 7 – Priebeh jazdy jedného rozjazdu Mazda manuál so Start-Stopom [vlastný]	54
Graf č. 8 – Priebeh jazdy všetkých rozjazdov BMW 116i manuál bez Start-Stopu [vlastný].....	56
Graf č. 9 – Odozva vozidla Mazda s automatickou prevodovkou s využitím Start-Stopu [vlastný] .	61
Graf č. 10 – Rozdelenie častí v grafe a vyobrazenie jednotlivých dĺžok úkonov [vlastný].....	62
Graf č. 11 – Súhrn výsledkov všetkých rozjazdov [vlastný]	70

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. č. 1 –Prehľad jazdného cyklu NEDC [7]	18
Obr. č. 2 – Prehľad jazdného cyklu WLTP [8]	19
Obr. č. 3 - Porovnanie emisií so zapnutým a vypnutým Start-Stop pre studené a teplé štarty [11]24	
Obr. č. 4 – Pílový diagram 5-stupňovej prevodovky [15].....	27
Obr. č. 5 – Prierez manuálnej prevodovky [16]	28
Obr. č. 6 – Prierez automatickej prevodovky [19]	29
Obr. č. 7 – Model ozubeného kolesa pre 3D tlač [vlastný].....	37

Obr. č. 8 – Detail konštrukcie kolieska s optickým snímačom [vlastný].....	37
Obr. č. 9 – Konštrukcia kostry meracieho prístroja [vlastný]	37
Obr. č. 10 – Model nosiča pedálového spínača pre 3D tlač [vlastný]	38
Obr. č. 11 – Upevnenie nosiča pedálového spínača na pedáli [vlastný]	38
Obr. č. 12 – 3D tlač použitých súčiastok [vlastný]	39
Obr. č. 13 – Grafický návrh umiestnenia meracieho prístroja – pohľad pravá strana [vlastný]	39
Obr. č. 14 – Grafický návrh umiestnenia meracieho prístroja – pohľad ľavá strana [vlastný].....	39
Obr. č. 15 – Inštalačná krabička s ovládaním [vlastný].....	40
Obr. č. 16 – Spustenie čítania z USB portu [vlastný].....	40
Obr. č. 17 – Záznam merania v softvéri Arduino [vlastný].....	41
Obr. č. 18 – Napojenie na zbernicu CAN na vozidle BMW [vlastný]	42
Obr. č. 19 – USB2CAN adaptér [vlastný].....	43
Obr. č. 20 – Softvér PP2CAN a jeho členenie [25]	43
Obr. č. 21 – Postup nastavenia softvéru [vlastný]	45
Obr. č. 22 – Mapa miesta meraní [28]	46
Obr. č. 23 – USB2CAN triple merací prístroj do zásuvky OBD [vlastný]	48
Obr. č. 24 – USB2CAN triple detail prístroja [vlastný].....	48
Obr. č. 25 – Vyhodnotenie dát pomocou Excelu [vlastný]	50

ZOZNAM PRÍLOH

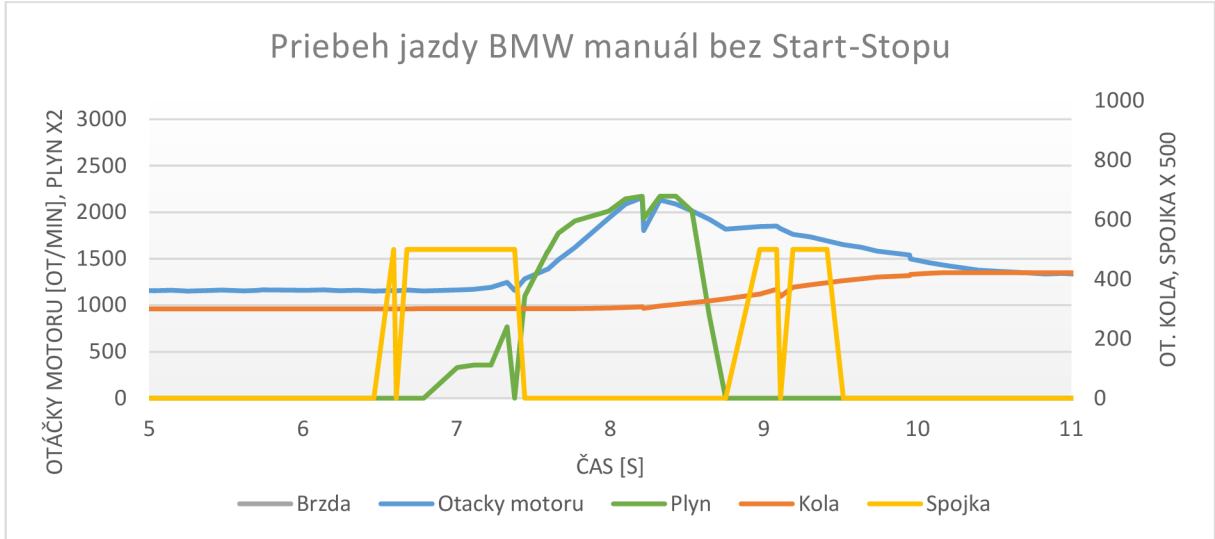
Príloha č. 1 – Grafy rozjazdov

Príloha č. 2 – Priebeh merania (screenshot obrazovky)

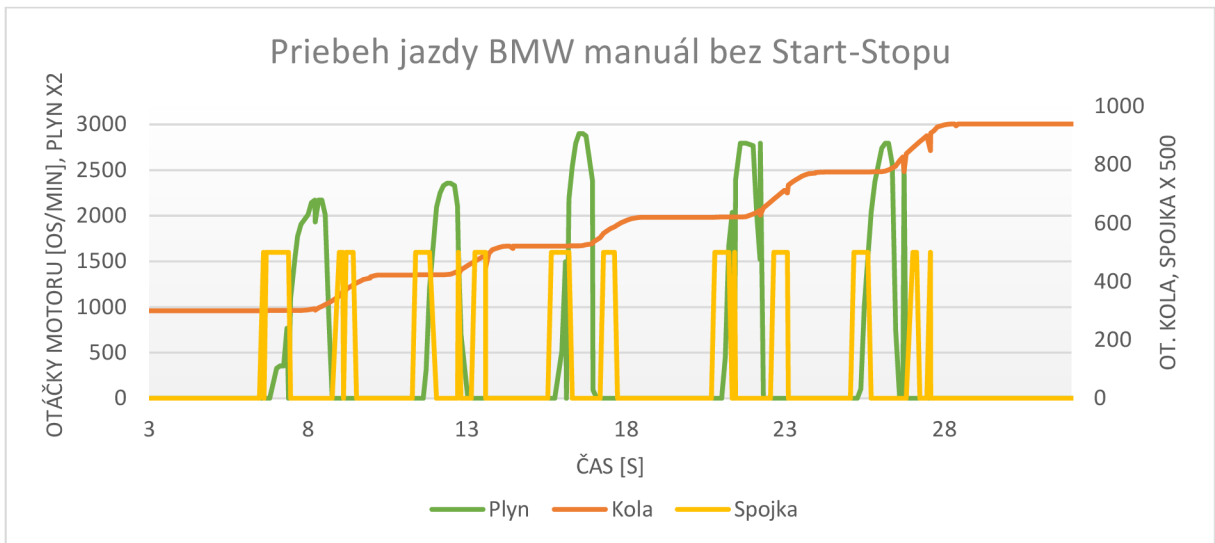
Príloha č. 3 – ID správ sledovaných veličín prostredníctvom zbernice CAN

Príloha č. 1 – Grafy rozjazdov

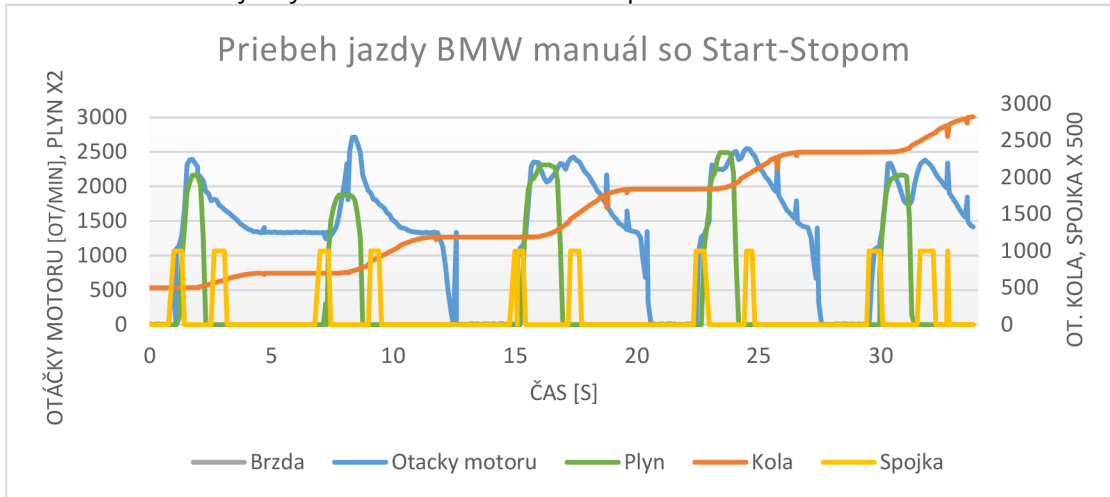
Graf č. 1 – Priebeh jednej jazdy BMW 116i bez Start-Stopu



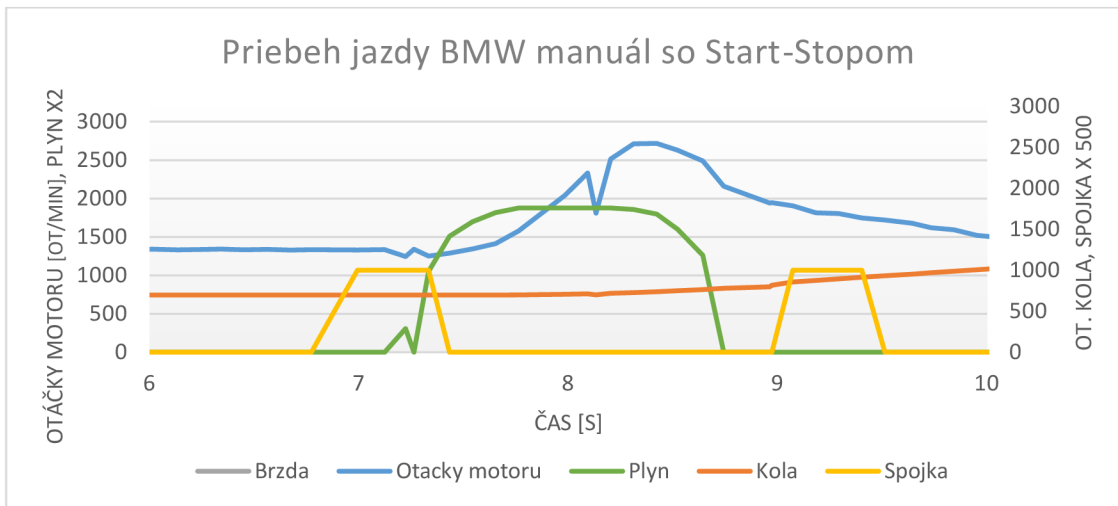
Graf č. 2 – Priebeh jednej jazdy BMW 116i bez Start-Stopu



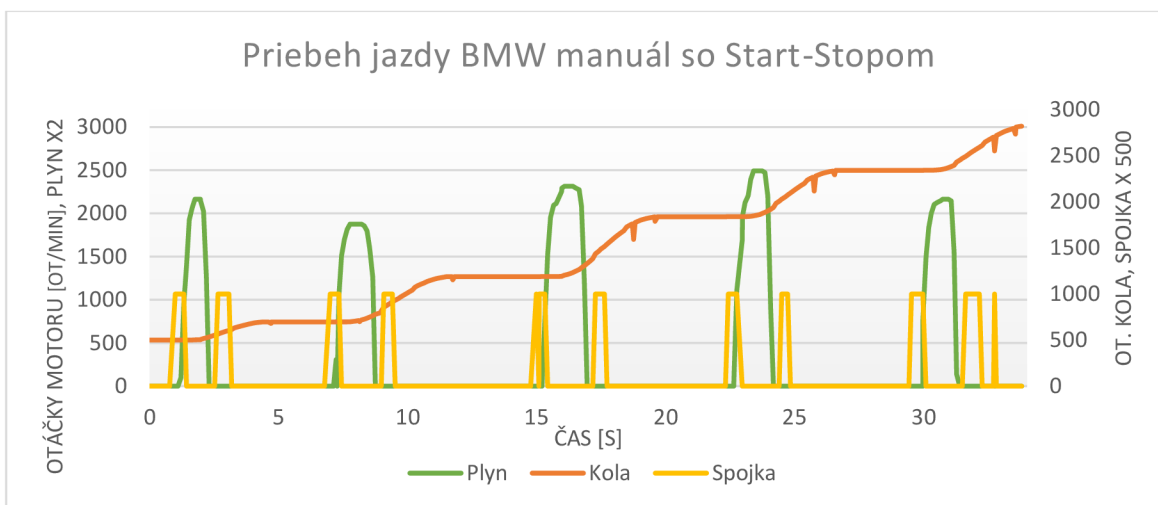
Graf č. 3 – Priebeh jazdy BMW manuál so Start-Stopom



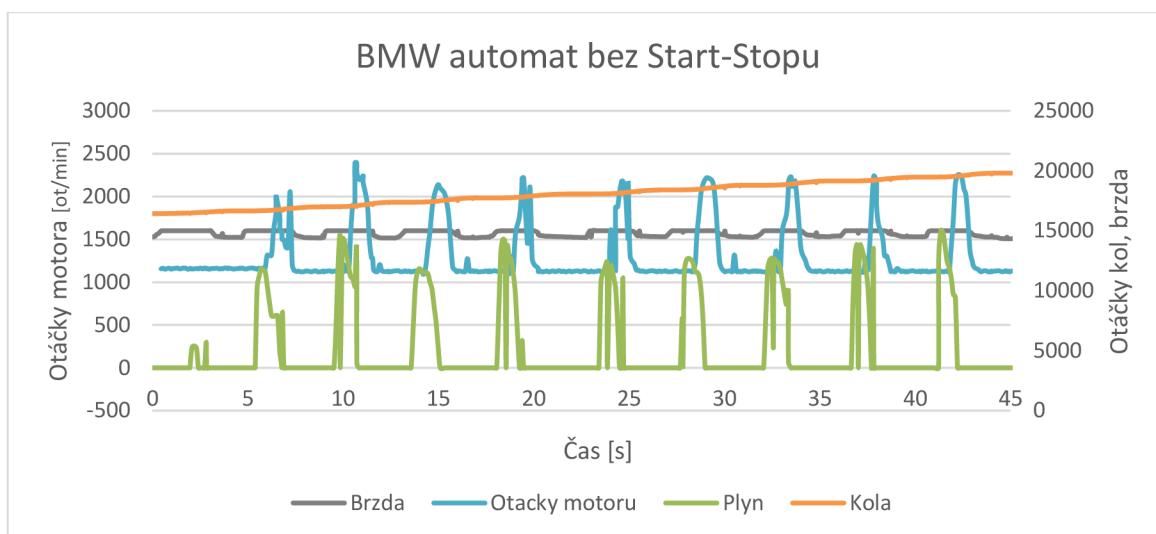
Graf č. 4 – Rozjazd pohyb kolies/spojka BMW 116i so Start-Stopom



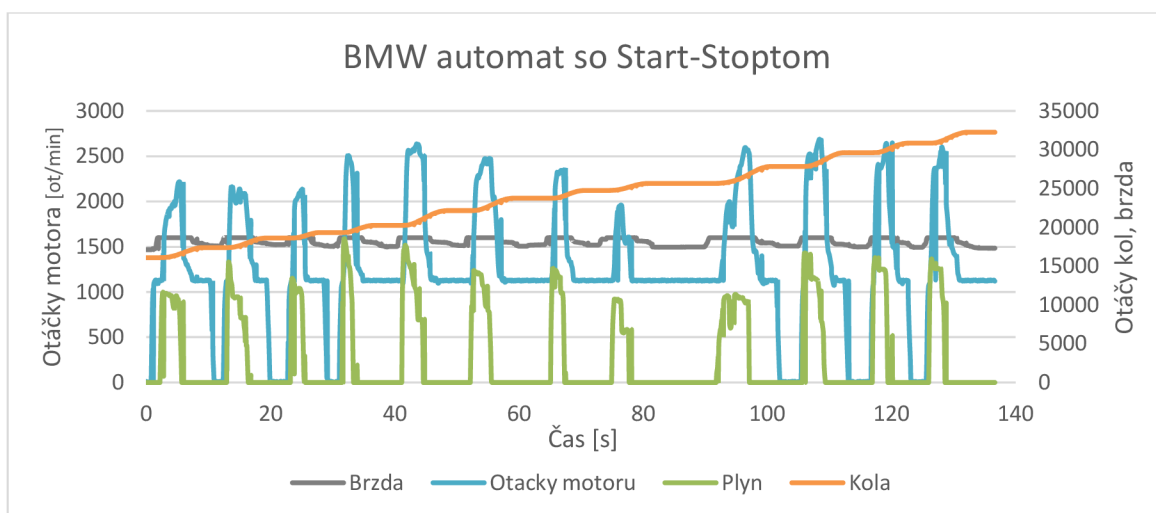
Graf č. 5 – Rozjazd pohyb kolies/spojka BMW 116i so Start-Stopom



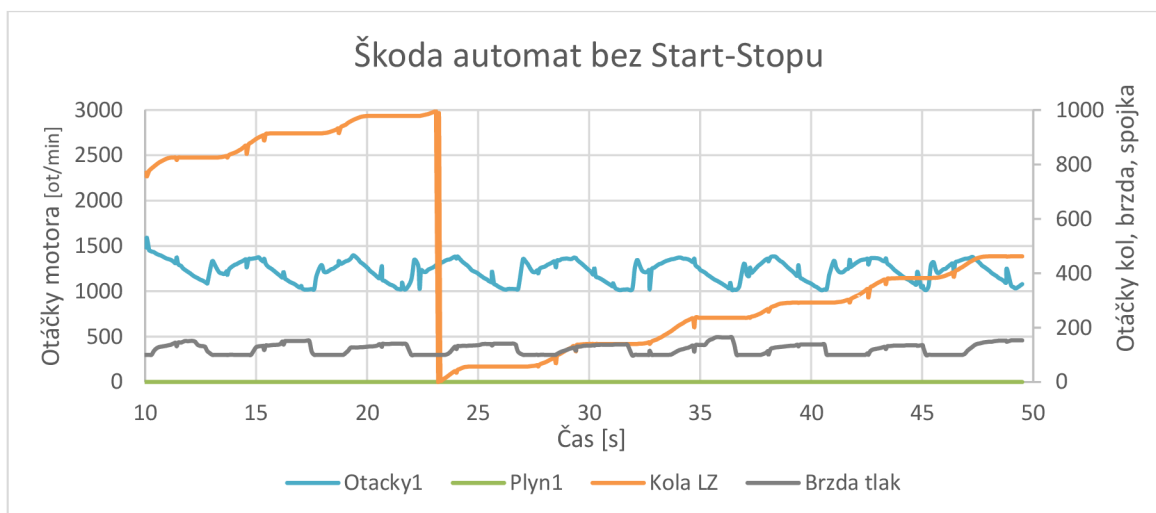
Graf č. 6 – Rozjzd BMW automat bez Start-Stopu



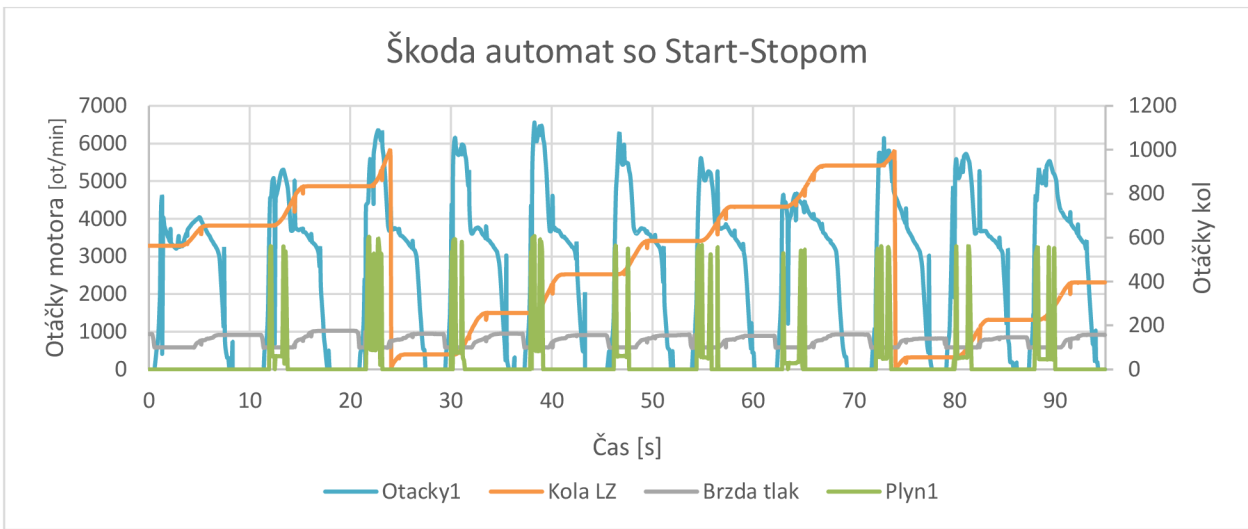
Graf č. 7 – Rozjzd BMW automat so Start-Stopom



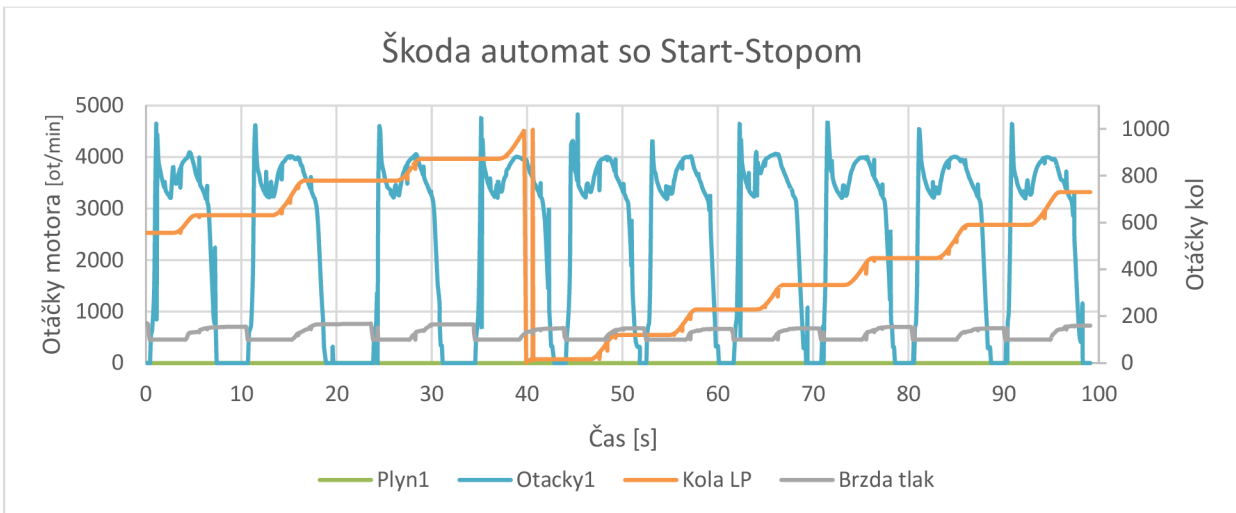
Graf č. 8 – Rozjzd Škoda Octavia III automat so Start-Stopom



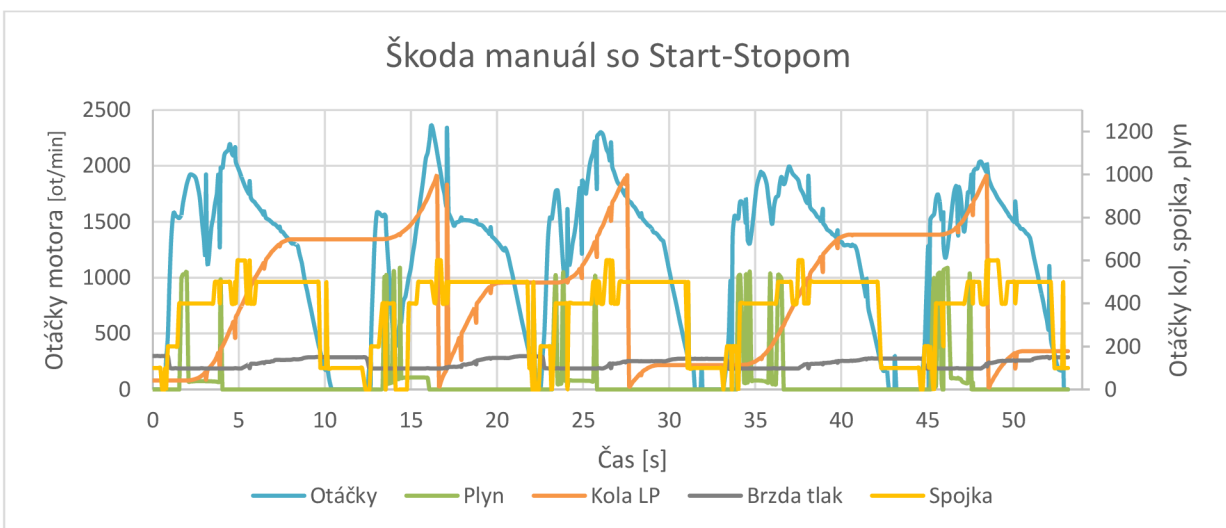
Graf č. 9 – Rozjazd Škoda Octavia III automat so Start-Stopom s pridaním plynu



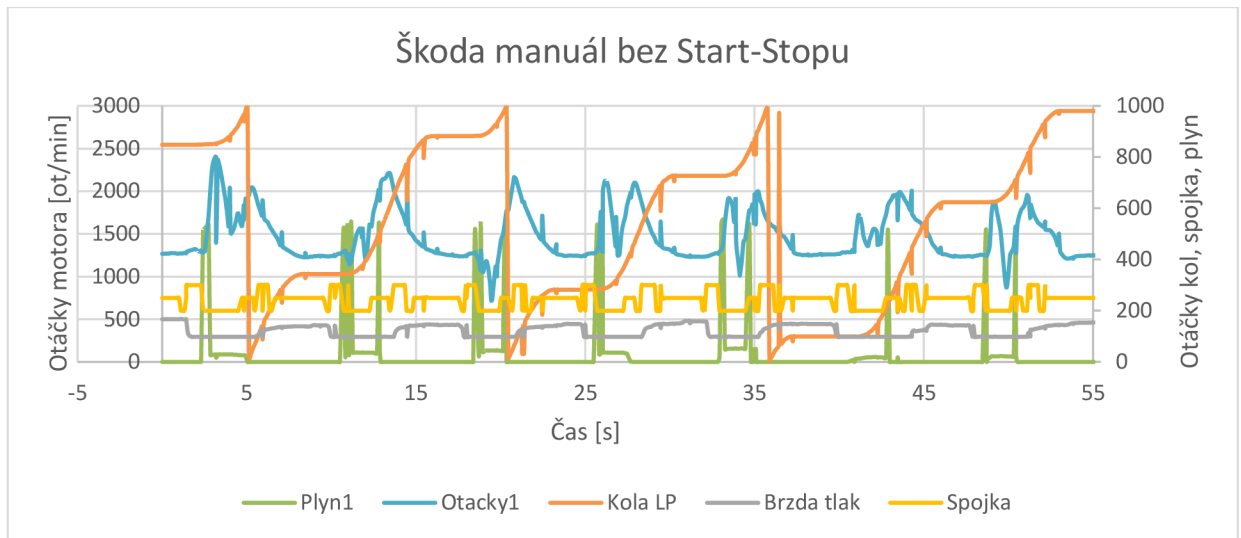
Graf č. 10 – Rozjazd Škoda Octavia III automat so Start-Stopom bez pridania plynu



Graf č. 11 – Rozjazd Škoda manuál so Start-Stopom



Graf č. 12 – Rozjzd Škoda manuál bez Start-Stopu



Príloha č. 2 – Priebeh merania (screenshot obrazovky)

The screenshot displays the USB2CAN TRIPLE software interface. The main window shows a list of senders and receivers, with a detailed view of CAN FD data. A 'Signal receiver' window is open, showing a list of received signals with their IDs and descriptions.

Senders:

- Receiver 1
- Receiver 2
- Receiver 3
- Receiver 4
- Receiver 5
- Receiver 1
- Receiver 2
- Multi receiver 1
- Multi receiver 2
- ASCII receiver

Signal Receiver 1 Data:

Nr...	Receive time	Type	Id 1	Id 2	Bytes	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
283...	9:54:8.883...	ST	0x...		8	7E	00	00	00	80	7F	FA	00
283...	9:54:8.883...	ST	0x...		8	00	00	00	00	00	00	00	2...
283...	9:54:8.883...	ST	0x...		8	06	29	0A	24	00	00	00	2...
283...	9:54:8.883...	ST	0x...		8	27	10	27	10	27	10	27	2...
283...	9:54:8.882...	ST	0x...		8	03	20	07	FF	00	F0	00	2...
283...	9:54:8.882...	ST	0x...		8	E0	03	00	00	00	00	00	2...
283...	9:54:8.882...	ST	0x...		8	00	00	00	00	00	00	00	2...
283...	9:54:8.882...	ST	0x...		8	06	53	89	06	10	00	00	2...
283...	9:54:8.881...	ST	0x...		8	66	7D	28	31	00	00	00	2...
283...	9:54:8.881...	ST	0x...		8	00	9E	00	FE	00	E8	A3	16
283...	9:54:8.881...	ST	0x...		8	0A	38	00	00	00	19	48	2...
283...	9:54:8.880...	ST	0x...		8	80	03	80	00	00	F2	06	76
283...	9:54:8.880...	ST	0x...		8	00	30	A4	30	3F	38	00	29
283...	9:54:8.880...	ST	0x...		8	00	30	3F	38	00	29	2...	

Signal Receiver 1 Settings:

- Signal receiver: Signal receiver 1
- Id: 298
- Length: 8
- Standard/Extended: Standard
- Send: port 1, 1500k
- REC: 0
- TEC: 0

Signal Receiver List:

- Rozdiel: 0.297
- Pedál zaznamenaný
- Pohyb zaznamenaný
- Rozdiel: 0.297
- Pedál zaznamenaný
- Pohyb zaznamenaný
- Rozdiel: 0.274
- Pedál zaznamenaný
- Pohyb zaznamenaný
- Rozdiel: 0.334
- Pedál zaznamenaný
- Pohyb zaznamenaný
- Rozdiel: 0.056
- Pedál zaznamenaný
- Pohyb zaznamenaný
- Rozdiel: 0.295
- Pedál zaznamenaný
- Pohyb zaznamenaný
- Rozdiel: 0.078
- Pedál zaznamenaný
- Pohyb zaznamenaný
- Rozdiel: 0.022
- Pedál zaznamenaný
- Pohyb zaznamenaný
- Rozdiel: 0.040
- Pedál zaznamenaný
- Pohyb zaznamenaný
- Rozdiel: 19.939

Signal Receiver Window:

- Signal receiver: Signal receiver 1
- Kole: 132.00
- PMV: 0.00
- Brzda hlč: 192.00
- Oláčky motoru: 658.75

Bottom Panel:

- Automatizované rolovanie: Zobrazí časovú značku
- Nový riadok (NU)
- 9600 baud
- Vymazať výsk.

Príloha č. 3 – ID správ sledovaných veličín prostredníctvom zbernice CAN

Vozidlo	Veličina	ID	Bit	Length	Big endian Little endian
Škoda	Plyn	289	12	10	LE
	Otáčky motora	168	48	16	LE
	Kolo LP	278	16	10	LE
	Kolo LZ	278	36	10	LE
	Brzda tlak	262	16	10	LE
	Spojka	958	37	5	LE
BMW	Plyn	217	16	12	LE
	Otáčky motora	243	8	16	LE
	Kola	699	16	16	LE
	Brzda	239	16	16	LE
	Spojka	303	42	1	LE
Mazda	Plyn	359	0	8	LE
	Otáčky motora	514	0	8	BE
	Kola	535	0	8	LE
	Brzda	120	32	8	LE
	Spojka	358	0	8	LE