

WYŻSZA SZKOŁA BANKOWA W POZNANIU
Wydział Finansów i Bankowości

Vladyslav Budiak

System do monitorowania oraz analizy stylu jazdy kierowcy

Praca magisterska

**Promotor
prof. nadzw. dr hab. Grzegorz
Pawłowski**

Poznań 2021

Spis treści

1. Wstęp.....	4
1.1. Szerszy kontekst problematyki pracy	4
1.2. Uzasadnienie podjęcia tematyki pracy.....	6
1.3. Cel pracy i hipoteza pracy	7
1.4. Zakres	7
1.5. Metody i techniki badawcze zastosowana w pracy	7
1.6. Struktura pracy	7
1.7. Charakterystyka źródeł i literatury.....	7
2. Powszechnie używane technologie oraz procedury ekonomicznej jazdy	9
2.1. Korzyści stosowania ekonomicznej jazdy.....	9
2.2. Ekonomiczne systemy w pojazdach spalinowych.....	11
2.3. Przykłady użycia procedur eko-jazdy w firmach.....	14
2.4. Globalne użycie procedur ekologicznych w transporcie drogowym.....	19
2.5. Przegląd analogicznych systemów.....	22
3. System do monitorowania oraz analizy stylu jazdy kierowcy.....	23
3.1. Architektura systemu	23
- Kolektor danych.....	24
- Moduł przetwarzający dane.....	29
- Moduł kształcący	33
- Moduł raportujący	36
3.2. Określenie stosu technologicznego	40
4. Analiza zebranych danych.....	41
4.1. Procedura badań.....	41
4.2. Przegląd danych kontrolnych.....	44
4.3. Porównanie danych szkoleniowych	53
5. Zakończenie.....	61
6. Bibliografia	62
7. Spis tabel.....	65
8. Spis rysunków (ilustracji)	65

Rozdział 1

Wstęp

1.1. Szerszy kontekst problematyki pracy

Podróże i transport są niezbędnymi elementami współczesnego życia. Ale również mają toksyczny wpływ na środowisko i zdrowie ludzi – poprzez zatory komunikacyjne, wypadki, zanieczyszczenia oraz emisje gazów cieplarnianych. Już w latach 70 dwudziestego wieku zauważono problem zanieczyszczenia środowiska transportem drogowym, a w 2016 r. Światowa Organizacja Zdrowia zafiksowała, że 91% światowej populacji Ziemi mieszkało w miejscach, w których nie było przestrzegano dopuszczalnego poziomu jakości powietrza. Szacują, że zanieczyszczenie powietrza zarówno w miastach, jak i na obszarach wiejskich spowodowało 4,2 mln przedwczesnych zgonów na całym świecie. Poważne zagrożenie dla zdrowia stwarzają takie substancje jak ozon (O₃), dwutlenek azotu (NO₂), dwutlenek siarki (SO₂), dwutlenek węgla (CO₂), cząstki stałe (PM) oraz lotne związki organiczne (VOC)[18].

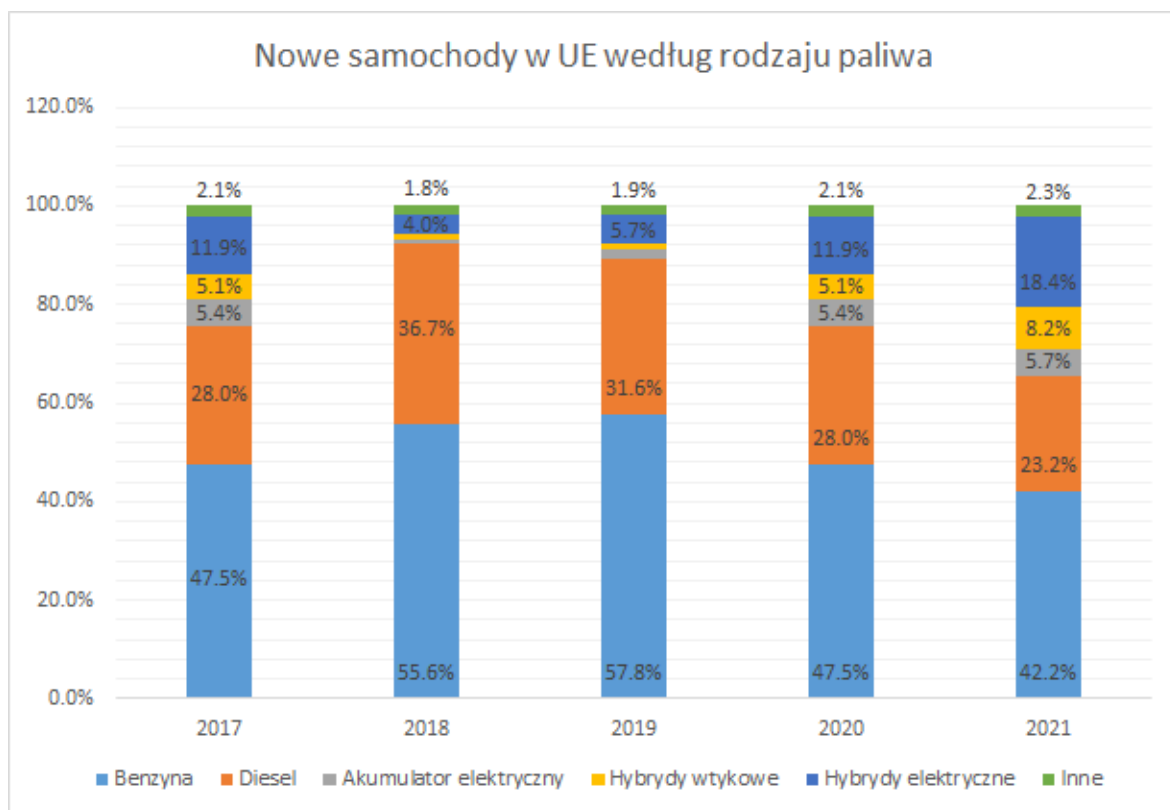
Ostatnio szczególnie zwrócano uwagę na zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem węgla oraz cząstkami stałymi. Dane związki chemiczne są emitowane do atmosfery podczas pracy silników spalinowych, co wpływa na zdrowie ludzi, środowisko oraz na zmiany klimatyczne. Zarejestrowano, że emisje z branży transportu obejmują 26% z całej emisji CO₂ w Unii Europejskiej [19].

Analizując raporty ACEA¹ można zauważyć, że ilość pojazdów na drogach Europy stale wzrasta (rys.1). Widać, że w ostatnich latach zwiększył się popyt na pojazdy hybrydowe oraz elektryczne, ale nadal samochody napędzane silnikiem spalinowym przeważają na rynku (rys.2). Za tym średni wiek pojazdu waha się w okolicach 11 lat, a w niektórych krajach Unii wynosi nawet 16 lat[21]. W większości przypadków takie stare pojazdy nie mają zaawansowanych systemów ekonomicznych, ale posiadają pokładowe systemy komputerowe.

¹ ACEA -(pl: Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów) zostało założone w 1991 roku pod francuską nazwą “l’Association des Constructeurs Européens d’Automobiles”.



Rys.1 Ilość pojazdów w użyciu. (Raport ACEA 2021 r.[10])



Rys.2 Nowe samochody w UE według rodzaju paliwa. (Raport ACEA 2017-2021 r.[12][13])

Co pozwala na opracowanie systemu, które umożliwi w czasie rzeczywistym odczytywanie danych z szeregowej magistrali komunikacyjnej². Analizę tych danych oraz w przypadku przekroczenia ustalonych norm jazdy ekologicznej, natychmiastowej wypowiedzi odpowiedniego komunikatu przez urządzenie z systemem operacyjnym Android.

1.2. Uzasadnienie podjęcia tematyki pracy

Pierwszym powodem podjęcie działania nad badaniem jest wielu możliwości ekologicznych dla samochodów z konwencjonalnym napędem. Przez to że większość ludzi nadal jeździ samochodami spalinowymi i jeszcze długo będzie ich używać. Tylko ostatnie kilka lat jest duży wzrost ekologicznych kompromisów, w postaci samochodów hybrydowych oraz elektrycznych, które nadal są za drogie dla powszechnego obywatela. Choć jest to uzasadnione wysokimi kosztami wytworzenia pojazdu. Warto zaznaczyć, że za użytkowanie takiego auta płacimy znacznie mniej, niż za paliwo do samochodów spalinowych.

Drugi powód na badania rozwojowe danego systemu wynikają z obserwacji firm działających w branży transportu międzynarodowego. Ciężko nie zauważyć, że klienci walczą za każdy grosz wydany podczas transportu towaru, bo w efekcie oszczędzają tysiące złotych.

Wybrany sposób dostarczenia komunikatów informacyjnych ma być skuteczniejszy od innych podobnych systemów, przez to że pozwala kierowcom wzrokowo skupiać się na tym co się dzieje na drodze oraz dołkować samochodu i w tym samym czasie odbierać komunikaty głosowe. Taki system pozwoli podnieść poziom skuteczności dostarczenia komunikatów do kierowcy. Naprzeciw informacja dostarczana systemami wyświetlającymi alarmy na panel komunikacyjny w formie tekstowym lub znaczków, jeszcze bardziej rozproszą kierowcę i zmuszą kierowcę chwilowo przenosić swój wzrok na panel, co w warunkach drogowych może spowodować wypadek.

Opracowany system pozwala właścicielom samochodów być przyjaznymi dla środowiska, zaoszczędzić koszty oraz polepszyć w znacznym stopniu bezpieczeństwo i wydajność technikę jazdy.

² CAN (Controller Area Network) - szeregowy magistrala komunikacyjna, służy do komunikacji sprzętu elektronicznego w samochodzie.

1.3. Cel pracy i hipoteza pracy

Dana praca skupia się na problematyce zanieczyszczenia powietrza transportem drogowym. Celem jest praca badawcza nad systemem kształcącym kierowcę w zakresie jazdy ekonomicznej ta ekologicznej oraz raportującym do centrali o przebiegu trasy. Stworzony system powinien stymulować kierowcę do nabycia nowych nawyków jazdy ekonomicznej, poprzez redukcję wystąpień czynników zwiększających zużycie paliwa oraz części pojazdu.

1.4. Zakres

Przedmiotem analizy są dane zebrane w czasie prowadzenia badań rozwojowych dla firmy LeMobi. Opracowany system może posłużyć dobrym narzędziem do oszczędności kosztów dla firm posiadających floty pojazdów, kierowcy autobusów, taksówkarze, kierowcy w administracji publicznej, policji, operatorzy transportu publicznego oraz wszystkich użytkowników samochodów prywatnych.

Choć system oraz badania zostały opracowane w Poznaniu zaprezentowane rozwiązanie może być stosowany globalnie

1.5. Metody i techniki badawcze zastosowana w pracy

Praca powstała w oparciu o metodę eksperymentalną, która składa się z następujących technik: wyodrębnienie listy założeń jazdy ekonomicznej, określenie warunków jazdy, przeprowadzenie eksperymentu kontrolnego, wprowadzenie elementu szkoleniowego, dokumentacja oraz porównanie zebranych danych.

1.6. Struktura pracy

Praca składa się z 5 rozdziałów: “Wstęp”, “Powszechnie używane technologie oraz procedury ekonomicznej jazdy”, “System do monitorowania oraz analizy stylu jazdy kierowcy”, “Analiza zebranych danych”, “Zakończenie”, bibliografii, ilustracje, tabele.

“Wstęp”, “Powszechnie używane technologie oraz procedury ekonomicznej jazdy” są rozdziałami teoretycznymi i opisują problematykę badania. Zaprezentowano też dostępne w nowoczesnych pojazdach układy wspomagające kierowcę oraz programy kształcenia w zakresie eko-jazdy³.

³ Eko-jazda (en. eco-driving) - termin określa sposób doskonalenie techniki jazdy ze względu na korzyści ekonomiczną, ekologiczną oraz eksploatacyjną pojazdu.

“System do monitorowania oraz analizy stylu jazdy kierowcy”, “Podsumowanie wyników” dane rozdziały opisują wyniki badania oraz strukturę analizowanego systemu.

1.7. Charakterystyka źródeł i literatura

W pracy użyto materiały elektroniczne w formie: artykuły naukowe z kraju i ze świata, realizowane przez różne ośrodki badawcze, strony internetowe, dokumentacje partnerów firmy LeMobi, a także literatury naukowej w postaci zwartej.

Rozdział 2

Powszechnie używane technologie oraz procedury eko-jazdy

2.1. Korzyści stosowania ekonomicznej jazdy

Znaczenie eko-jazdy na całym świecie stale wzrasta, dowodem tego są coraz częstsze użycie technologii redukujących emisji spalin oraz kosztów transportu. W efekcie, coraz więcej organizacji międzynarodowych, państw oraz firm wprowadzają technologie i procedury zmniejszające zanieczyszczenie powietrza. Na skutek takich wdrożeń polepszają stan układu krążeniowego i oddechowego ludności, zarówno w długiej, jak i w krótkiej perspektywie. W tym samym czasie firmy polepszają swój wizerunek oraz zyskują większą liczbę nowych klientów. Ludzi wprowadzające w swoje życie technologie ekologiczne uzyskują możliwość zrobienia wkładu w polepszenia stanu zdrowotnego ludności, zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska i nawet własnych wydatków.

Eko-jazda przyczynia się do zmniejszenia zużycia paliwa, skutkiem tego zmniejsza się ilość toksycznych spalin oraz cząstek stałych, a tym samym pozytywnie wpływa na środowisko lokalne. W szczególności zmiana biegów przy niskich obrotach, może znacznie zmniejszyć emisję tlenku azotu (NO_x) o 50% i więcej, w porównaniu do wysokich obrotów podczas agresywnej jazdy. Według badań przedstawionych na Światowym Kongresie Motoryzacyjnym, w skutek zmiany stylu jazdy na ekonomiczny, można ograniczyć przebiegowe zużycie paliwa od 25% do 50%[17][18]. Dzięki płynnym użyciu pedału przyspieszenia, kierownicy, skrzyni biegów i hamulców przez kierowcę przeszkolonym w zakresie Eko-jazdy, pasażerowie cieszą się większym komfortem jazdy, a ludziom i zwierzętom na zewnątrz samochodu nie przeszkadza hałas generowany silnikiem. Kierowcę używającą zasad przewidywania ruchu drogowego oraz wyrównanie nieregularnego ruchu poprzez większą odległość buforową, zwiększają bezpieczeństwo ruchu na drogach.

Zasady eko-jazdy można przedstawić w następujących punktach [8]:

1. Nie woź niepotrzebnego bagażu.
2. Ograniczyć stosowania klimatyzacji.
3. Częste sprawdzania ciśnienia powietrza opon, utrzymywania jego odpowiedniego poziomu i dbaj o sprawność pojazdu.
4. Korzystaj z informacji o ruchu drogowym i unikaj zatłoczonych dróg.
5. Uruchamiaj silnik przy zwolnionym pedale przyspieszenia i nie rozgrzewaj silnik na postoju.

6. Powinno się gasić silnik przy planowanym dłuższym postoj. Czyli ruszanie powinno mieć miejsce zaraz po uruchomieniu silnika samochodu.
7. Jeśli masz molną drogę, przyspieszaj energicznie, wciskając pedał do $\frac{3}{4}$. Ruszanie i przyspieszanie powinno odbywać się dynamicznie tak, aby w stosunkowo krótkim czasie osiągnąć zakładaną docelową prędkość jazdy, co jest bardziej efektywne niż powolne rozpędzanie samochodu.
8. Włączaj wyższy bieg najszybciej jak to możliwe. Nie przekraczaj 2500 obr./min w silniku benzynowym a 2000 obr./min w silniku wysokoprężnym.
9. Z prędkością 50 km/h powinno się jechać na czwartym lub piątym biegu.
10. Pomijaj pośrednie biegi, gdy przyspieszasz i już osiągnąłeś prędkość, z którą możesz jechać na najwyższym biegu.
11. Jak najdłużej jedź na najwyższym możliwym biegu i na najniższej możliwej prędkości obrotów silnika. Unikaj licznych zmian prędkości: utrzymuj stałą prędkość najdłużej jak to możliwe;
12. Obserwuj drogę przed sobą i reaguj jak najszybciej i jak najłagodniej na dostrzeżone przeszkody, aby zminimalizować liczbę przyspieszeń i hamowań.
13. Aby zwolnić lub stopniowo się zatrzymać bez zużycia choćby kropli benzyny, wystarczy zdjąć nogę z pedału przyspieszenia i toczyć się na biegu bez naciskania sprzęgła.
14. Nie poruszaj się wybiegiem stosując bieg jałowy silnika.

Powyższe zasady są bardzo proste, mimo tego aby je zastosować w realnych warunkach na drodze, jest niezbędne krótkie omówienie.

Stosowanie reguł oszczędzających paliwo, pozwala nie tylko zredukować zużycie paliwa oraz polepszyć komfort jazdy, ale też wydłużyć czas pracy materiałów eksploatacyjnych, zmniejszyć koszty utrzymywania oraz naprawy samochodu. Na przykład: opony, silnik, płyny eksploatacyjne oraz okładziny cierne.

2.2. Ekonomiczne systemy w pojazdach spalinowych.

Idąc z duchem czasu, producenci wbudowują w samochody systemy wspomagające ekonomicznej jeździe. Czyli, na pokładzie nowego samochodu, nabywca prawdopodobnie znajdzie jeden lub kilka systemów wspomagających kierowcę w eko-jeździe, na przykład: start-stop mode, TPMS⁴, wskaźnik zmiany biegów, wskaźnik spalania oraz inne.

Procedura działania systemu start-stop jest następująca: kierowca zatrzymuje pojazd i ustawia bieg w położenie neutralne, w tym samym czasie system wyłącza silnik. Od tego momentu wszystkie niezbędne urządzenia w pojeździe, używają do zasilania energię z akumulatora, na skutek tego możliwe jest zmniejszenie zużycia paliwa oraz obniżenie chwilowej emisji do zera. W celu wznowienia jazdy, kierowca ma wcisnąć pedał sprzęgła, jednocześnie uruchomi się silnik. Badania przeprowadzone producentami pojazdów wskazują że użycie systemu start-stop w autach, obniża emisję oraz zmniejsza zużycie paliwa do 10% [5][25][26].

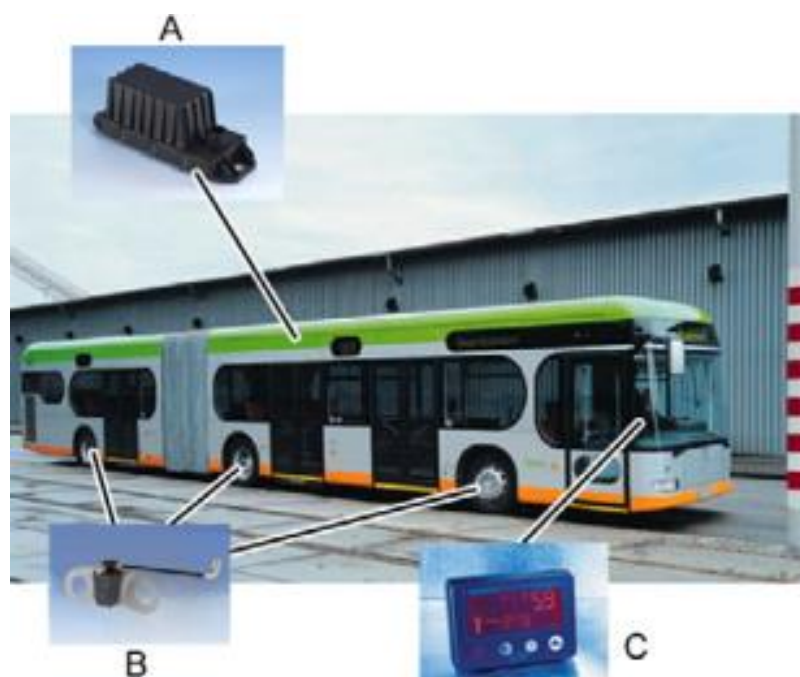
Następnym przykładem redukującym koszty oraz spalanie paliwa są systemy TPMS, które pozwalają kontrolować ciśnienie w oponach. Są dwa rodzaje danych systemów: bezpośredni i pośredni.

Bezpośredni systemy tego typu są wbudowywane w opony i pozwalają drogą radiową przekazać aktualne ciśnienie do szyny CAN. Która w swoim czasie, w przypadku jakichkolwiek braków ciśnienia pokazuje kierowcę odpowiedni komunikat. Przy czym nie wiadomo w jakiej oponie są braki. Bardziej zaawansowane systemy ukazują oponę oraz informacje aktualnego stanu powietrza w ogumieniu.

Systemy pośredni otrzymują informacje od czujników ESP i ABS. Koło z mniejszym promieniem mają mniej powietrza w oponie i wiruje szybciej, co wykrywają czujniki mierzące obrotów kół ABS. Komputer pokładowy analizuje dane i namierza koło z niskim ciśnieniem, następnie informuje o tym kierowcę. Dane są odbierane z systemu ABS i dzięki temu jest to tanie i wydajne. Wadą systemu jest: niewykrywalny spadek ciśnienia, gdy wszystkie opony tracą ciśnienie równo[27]. Powyższe systemy, umożliwiają utrzymywanie prawidłowego ciśnienia w oponach, wydłuża żywotność opon i obniża koszty paliwa.

Komercyjne systemy oprócz informowanie kierowców, dodatkowo zrzucają dane do centrali, co pozwala analizować i nadzorować stan opon poprzez aplikację webową (Rys.1) [27]. Zastosowanie takich systemów w firmie transportowej pozwala zoptymalizować procesy utrzymania pojazdy.

⁴ TPMS -(eng. Tire pressure monitoring system) - system kontroli ciśnienia w oponach.[5]



Rys.3. Komeracyjny systym monitorujący ciśnienia w oponach.

A. Elektroniczna jednostka kontrolująca. B. Moduł koła. C.Wyświetlacz[28].

Jeszcze jednym pomocniczym systemem kontroli zużycie paliwa jest wskaźnik spalania. Ta wskazówka pokazuje ile paliwa w litrach na 100 kilometrów auto w tej chwili spala. Dany system pomaga kierowce samemu wyznaczyć optymalne warunki eksploatacyjne pojazdu, poprzez obserwację wskaźnika i dostosowanie prędkości oraz biegu do najbardziej ekonomicznego spalania w danych warunkach jazdy.

Systemy wskazujący zmiany biegów działają w następujący sposób: po wykonaniu obliczeń najlepszych warunków pracy silnika, na tablice wskaźników zapala się lampka w postaci strzałki skierowanej w dół lub w górę, która wskazuje najlepszy moment do zmiany biegu (rys.4.1)

Aby w trakcie jazdy zmniejszyć zużycie paliwa, dodatkowo w czasie rzeczywistym są wyświetlane wskazania opisujące styl jazdy. Sygnały na tablice są przekazywane używając różnych kolorów lampki. Gdzie zielony oznacza ekonomiczną jazdę, żółty jazdę niewystarczająco ekonomiczną oraz pomarańczowy jazdę dynamiczną (rys.4.2).



Rys.4. 1.Wskaźnik zmiany biegu. 2. Wskaźnik stylu jazdy.(Renault: Rady dotyczące jazdy eko [29]).

2.3. Przykłady użycia procedur eko-jazdy w firmach

Firmy transportowe i nie tylko są bardzo zainteresowane nowoczesnymi rozwiązaniami dotyczącymi oszczędzania kosztów transportu, w szczególności innowacyjnymi narzędziami i procedurami redukującymi zużycie paliwa. Dodatkowym pożytkiem jest lepszy wizerunek na rynku, ponieważ przy użyciu danych technologii firma automatycznie staje proekologiczna, z czego większość korzysta i używa w programach reklamowych. Przykłady firm proekologicznych: Indeka, Transport Kaczmarek, West North Logistics, Krone, Kociuk.

Biznesy ekonomicznie zarządzające flotą pojazdów, przystępując do wdrożeń redukujących koszty, wyszukując odpowiedni dla danej firmy system TMS⁵, pozwalający prowadzić ewidencję pojazdów, konserwacje zapobiegawcze, monitoring wydajnościowy, optymalizację tras oraz zarządzać zużyciem paliwa. Dane systemy często posiadają urządzenia wspomagające ewidencję oraz monitoringu pojazdów lub pozwalają na integrację z zewnętrznymi producentami systemów telemetrycznych (Transics, NaviMan, TomTom oraz inne).

Następnie są szkolone ludzie nadzorujące flotę w zakresie planowania, monitoringu, ewidencji układów. Podjęcie działań w kierunku ewidencji oraz monitoringu, pozwala kontrolować zużycie istotnych układów pojazdów, sygnalizować o tym kierowcom, co pozwala zminimalizować ilość wypadków na trasie z powodów zużycia części pojazdu. Planowanie oraz optymalizacja kolejności odwiedzania punktów dla kierowców przez spedycję, pozwala zmniejszyć ilość wykorzystanych pojazdów, skrócić czas dostawy oraz zredukować ilość przejechanych kilometrów, co w swoją kolej przekłada się na redukcję spalin i kosztów. Zastosowanie takich systemów w firmie transportowej pozwala zoptymalizować procesy utrzymania pojazdów.

W tym samym czasie lub na kolejnym etapie są szkolone kierowcy w zakresie jazdy ekonomicznej. Użycie danej techniki jazdy przez kierowców zmniejsza koszty zużycia paliwa oraz zwiększa bezpieczeństwo floty na drogach. Przy tym żeby zachęcić kierowców do aktywnego użycia norm jazdy ekonomicznej, firmy wprowadzają systemy benefitowe. Dane systemy generują raporty z przejechanych tras dla każdego kierowcę, co pozwala segregować kierowców pod względem zużycia paliwa oraz techniki jazdy (Rys. 5,6,7,8).

⁵ TMS(eng. Transport Management System) - system pozwalający zarządzać flotą pojazdów oraz usprawnić zarządzanie zleceniami, prowadzenie dokumentacji oraz ewidencji.

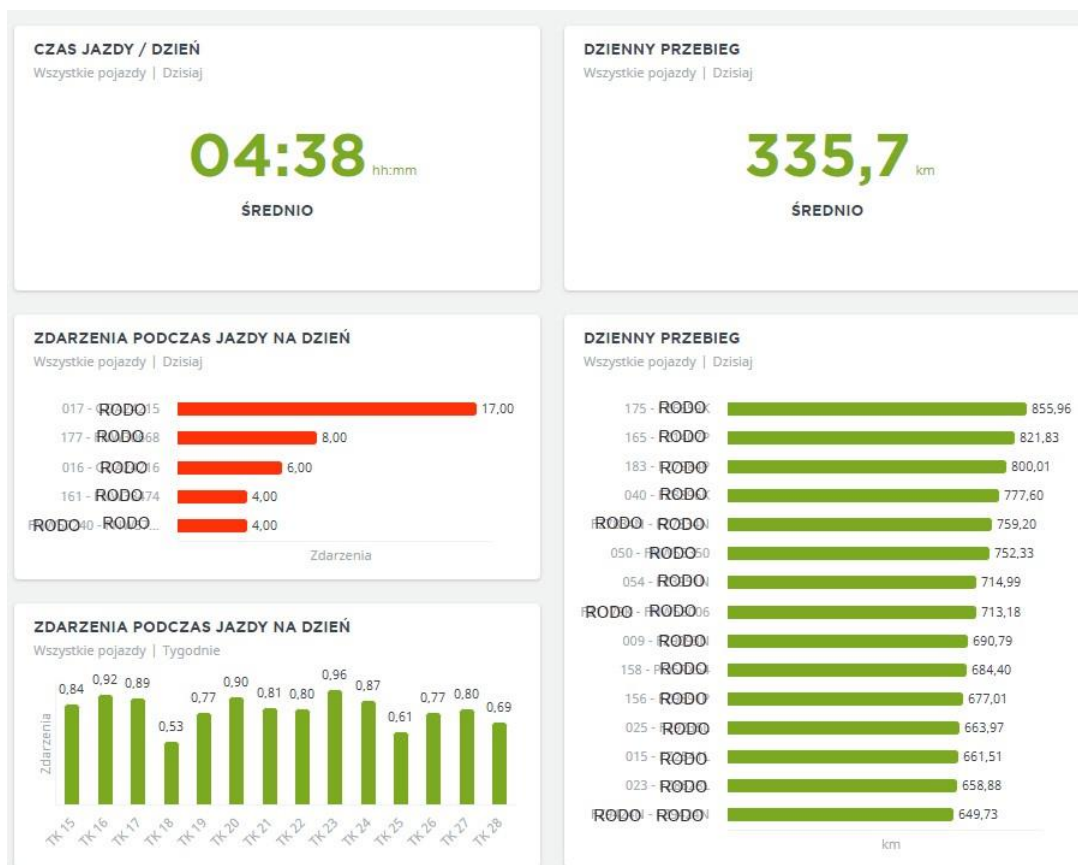
Najlepsze kierowcę we flocie pod względem techniki jazdy dostają premie na koniec miesiąca.



Rys.5. Raport najwyższych wartości OptiDrive z systemu Webfleet[inne 3].(Źródło własne)

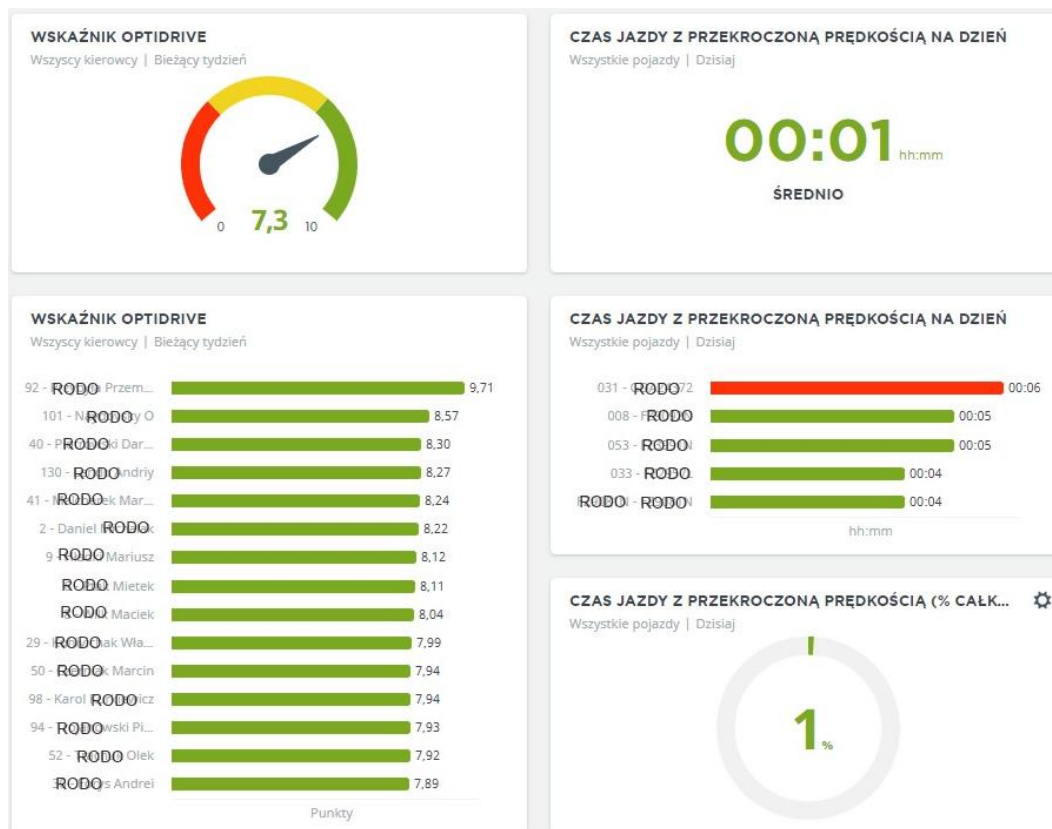
Czas jazdy	Zużycie paliwa Zmarnowane paliwo	Postój	Wszystkie zdarzenia Średnia ważność	Zużycie paliwa (wynik)	Na biegu jałowym	Zdarzenia podczas jazdy	Przekraczanie prędkości	Wskaźnik OptiDrive	Trend
7 d 10 h 15 min	3 536,4 l 18,9 l	7 h 25 min	5,0 1,6	8,10	4,20	7,50	6,30	7,36	→
10 - Vladislav Odległość: 2 398,9 km Średnie zużycie paliwa: 27,9 l/100km Czas jazdy z nadmierną prędkością: Średnia wartość, o którą przekraczane są obowiązujące ograniczenia prędkości:									
1 d 21 h 08 min	668,3 l 14,6 l	8 h 57 min	28,0 2,0	4,20	1,10	5,10	10	6,43	→
100 - Dmytro Odległość: 217,8 km Średnie zużycie paliwa: 25,7 l/100km Czas jazdy z nadmierną prędkością: Średnia wartość, o którą przekraczane są obowiązujące ograniczenia prędkości:									
3 h 26 min	56 l 0,2 l	6 min	16,0 1,5	10	5,20	3,80	10	7,24	→
101 - Anton Odległość: 10 568,5 km Średnie zużycie paliwa: 25,4 l/100km Czas jazdy z nadmierną prędkością: 24 min Średnia wartość, o którą przekraczane są obowiązujące ograniczenia prędkości: 9 km/h									
5 d 15 h 47 min	2 689,4 l 15 l	6 h 11 min	2,0 2,3	9,30	4,00	6,60	7,00	7,33	→
102 - Yurek Odległość: 14 179,8 km Średnie zużycie paliwa: 26,2 l/100km Czas jazdy z nadmierną prędkością: 46 min Średnia wartość, o którą przekraczane są obowiązujące ograniczenia prędkości: 9 km/h									
7 d 16 h 11 min	3 721,8 l 26,8 l	10 h 46 min	54,0 1,5	8,30	3,40	6,70	6,60	6,87	→
103 - Mateusz Odległość: 9 037,6 km Średnie zużycie paliwa: 26,1 l/100km Czas jazdy z nadmierną prędkością: 19 min Średnia wartość, o którą przekraczane są obowiązujące ograniczenia prędkości: 9 km/h									
4 d 20 h 13 min	2 358 l 50,3 l	21 h 11 min	1,0 1,4	8,80	1,20	8,10	6,90	7,10	→
104 - Kowalski Odległość: 14 070,5 km Średnie zużycie paliwa: 24,4 l/100km Czas jazdy z nadmierną prędkością: 47 min Średnia wartość, o którą przekraczane są obowiązujące ograniczenia prędkości: 10 km/h									
7 d 10 h 33 min	3 434,5 l 14,5 l	7 h 38 min	49,0 1,5	7,10	4,10	6,70	6,50	6,91	→
107 - Tadeusz Odległość: 13 234,2 km Średnie zużycie paliwa: 25,3 l/100km Czas jazdy z nadmierną prędkością: 14 min Średnia wartość, o którą przekraczane są obowiązujące ograniczenia prędkości:									

Rys.6. Raport eko-jazdy dla kierowców floty z systemu Webfleet[15].(Źródło własne)



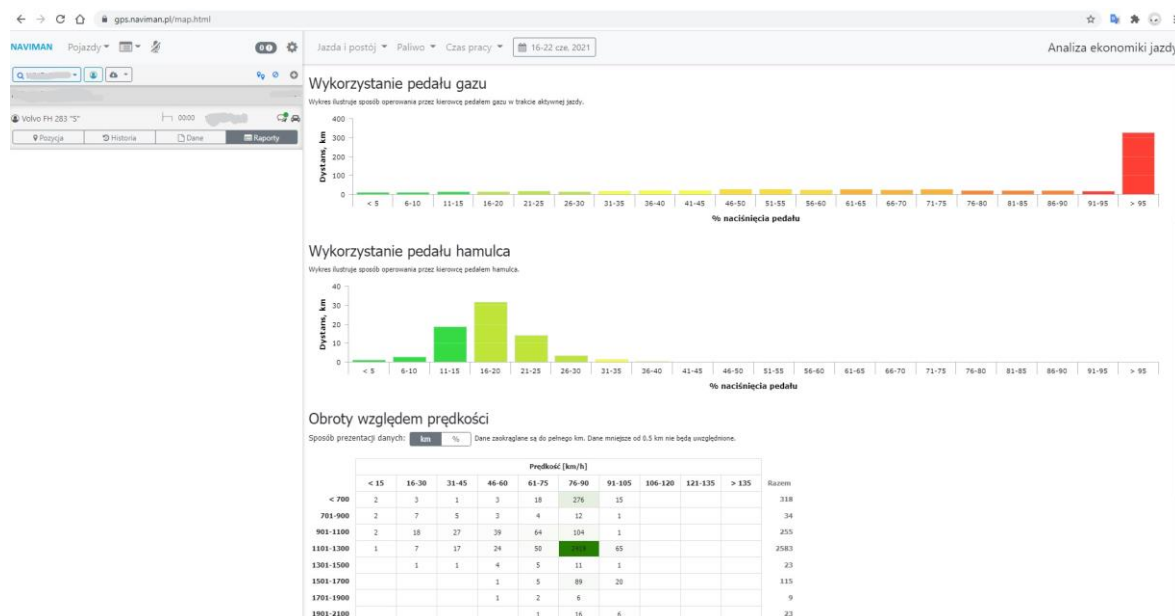
Rys.7.

Podsumowujący raport eko-jazdy z systemu Webfleet cz.1[inne 3]. (Źródło własne)



Rys.8. Podsumowujący raportu eko-jazdy z systemu Webfleet cz.2[15].(Źródło własne)

Podobny do modułu raportującego WebFleet, posiada polska firma NaviMan .
Poniżej przedstawione przykładowe raporty z danego systemu (Rys 9,10,11).



Rys.9. Raport parametrów gazu, hamulca oraz obrotów silnika z systemu NaviMan[32].
(Źródło własne)

Obroty względem prędkości

Sposób prezentacji danych: ☒ km ☐ % Dane zaokrąglane są do pełnego km. Dane mniejsze od 0.5 km nie będą uwzględnione.

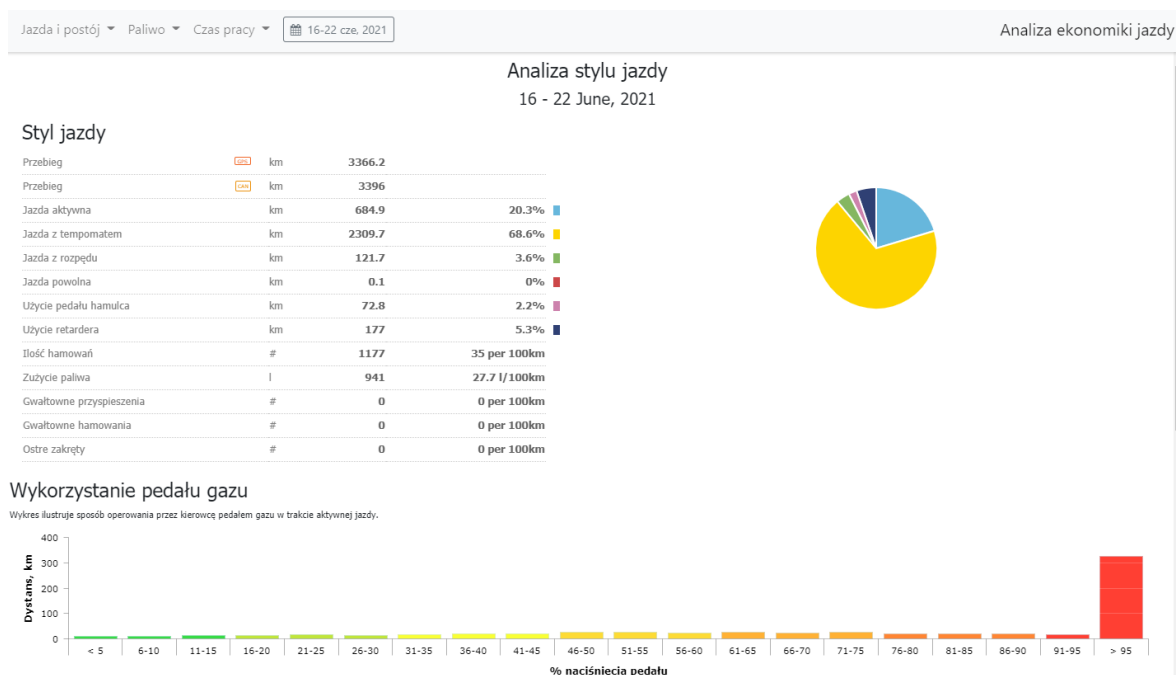
	Prędkość [km/h]										Razem
	< 15	16-30	31-45	46-60	61-75	76-90	91-105	106-120	121-135	> 135	
< 700	2	3	1	3	18	276	15				318
701-900	2	7	5	3	4	12	1				34
901-1100	2	18	27	39	64	104	1				255
1101-1300	1	7	17	24	50	65					2583
1301-1500		1	1	4	5	11	1				23
1501-1700				1	5	89	20				115
1701-1900				1	2	6					9
1901-2100					1	16	6				23
2101-2300											0
> 2300											0
Razem	7	36	51	75	149	2933	109	0	0	0	3366.2

Obroty względem biegu

Sposób prezentacji danych: ☒ km ☐ % Dane zaokrąglane są do pełnego km. Dane mniejsze od 0.5 km nie będą uwzględnione.

	Bieg																Razem
	R	N	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	
< 800		4						1	1	1	2	5	55	260			330
801-1100					1		2	3	8	11	20	28	50	156			279
1101-1400							1	2	4	6	13	28	57	246			2595
1401-1700										1	2	7	113	1			124
1701-2000										1	2	22					25
> 2000											1	6					7
Razem	0	4	0	0	1	0	4	6	13	20	40	96	275	2901	0	0	3366.2

Rys.10. NaviMan raport obrotów silnika względem biegu oraz prędkości[32]. (Źródło własne)



Rys.11. Analiza stylu jazdy z systemu NaviMan[32]. (Źródło własne)

2.4. Globalne użycie procedur ekologicznych w zakresie transportu drogowego

Dowodem walki, za zdrowy byt obywateli, są przeprowadzone konferencje z udziałem delegatów 195 krajów. Podczas spotkań zostały podpisane porozumienia, jakie kraje zobowiązują się wdrożyć. Szczegółowe zasady, procedury, wytyczne zawarte w trakcie zjazdów, opisane w takich dokumentach jak: “Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. Nowy Jork 9 maja 1992 r.”, “Kyoto Protocol 1998”, “Porozumienie paryskie 2015”, “Pakiet katowicki 2018”. Celami powyższych konsensusów są ustabilizowanie emisji i pochłanianie gazów cieplarnianych na poziomie bezpiecznym dla środowiska, sprzed epoki przemysłowej oraz ograniczenie wzrostu temperatury na Ziemi maksymalnie do dwóch stopni do 2050 r.

Przykładem organizacji które opiekują się środowiskiem oraz wykazują inicjatywy są: Organizacja Narodów Zjednoczonych, Światowa Organizacja Zdrowia, Komisja Europejska, Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A., Austriacka Agencja Energii. Powyższe organizacje wystąpili z takimi programami jak: “Program Narodów Zjednoczonych ds. Środowiska”, “Biała Księga Polityki Transportowej UE”, “ECOWILL”, “Breathe Life”, “Green Deal”, “klima:aktiv mobil”, “THE PEP”⁶.

Na skutek danych wdrożeń są wprowadzane nowe technologie i procedur redukujące emisję spalin, szkolenia kierowców oraz zmianę ustawodawstwa. Dlatego w poszczególnych latach od roku 1993 r. powstały normy emisyjne EURO⁷ dla samochodów zasilanych silnikami iskrowymi oraz samoczynnymi. Nowe pojazdy muszą przejść procedurę WLTP⁸ i RDE⁹ oraz spełniać aktualnie ustalone normy emisji spalin, modele które nie spełniają wymagań nie mogą być wystawione na sprzedaż na terenie Unii Europejskiej. Wszystkie nowe sprzedawane samochody w Europie po 2021 roku muszą ograniczyć emitowanie dwutlenku węgla do 95 gram na kilometr. W razie niewykonania ustalonych norm producent zapłaci karę za każdy gram ponad normę 100 euro, na każdy sprzedany samochód. Wprowadzone standardy nie dotyczą pojazdów już sprzedanych przed wprowadzeniem nowych norm emisyjnych. Warto powiedzieć że dla samochodów ciężarowych i autobusowych, na niektórych drogach, są ustalone opłaty uzależnione od

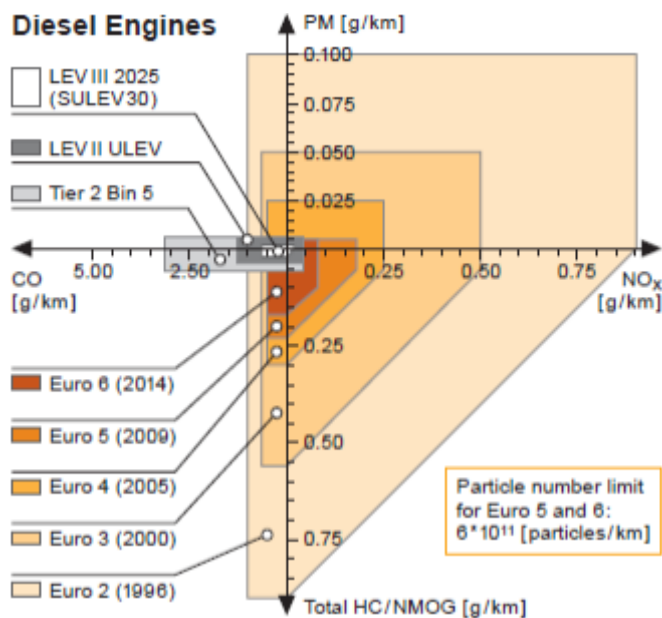
⁶ The PEP - Paneuropejski program dotyczący transportu, zdrowia i środowiska.

⁷ EURO (Europejski standard emisji spalin) - normy emisji spalin dla nowych pojazdów sprzedawanych na terenie Unii Europejskiej, opracowane w Dyrektywach Europejskich.

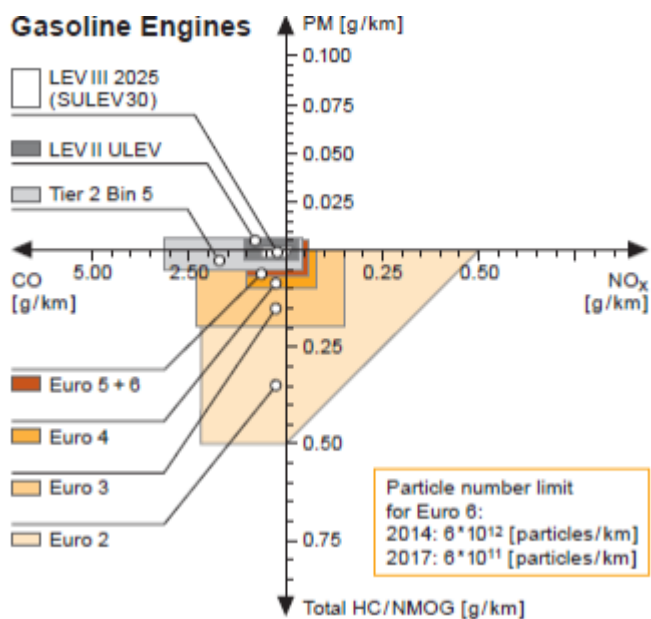
⁸ WLTP (eng. World Harmonized Light Vehicle Test Procedure, pl. Światowa zharmonizowana procedura testowa.) - procedura pozwalająca ocenić poziom zużycia paliwa oraz emisji spalin dla samochodów.

⁹ RDE(eng. Real Driving Test, pl. Test w ruchu drogowym.) - procedura testująca pojazd podczas poruszania się samochodem w realnych warunkach, czyli miastem, autostradą...

spełnienia norm EURO X. Na rys. 12, 13 są zilustrowana ewolucja europejskich norm emisji od EURO 2 (1996) do EURO 6 (2014) dla silników dieslowych i benzynowych. Dla porównania limity USA: poziom 2 bin 5 (2007), LEV II ULEV (2008) i LEV III (2025) są również pokazane. Należy zauważyć, że limity w USA są niezależne od rodzaju paliwa.



Rys. 12. Ewolucja europejskich limitów emisji spalin silników dieslowych. (Światowe standardy emisyjne i powiązane rozporządzenie [30])



Rys. 13. Ewolucja europejskich limitów emisji spalin silników benzynowych. (Światowe standardy emisyjne i powiązane rozporządzenie [30])

W roku 2011 Komisja Europejska opracowała strategię proekologicznego transportu “Transport 2050” w dokumencie Biała Księga Polityki Transportowej UE. Celami danej polityki są takie, że do roku 2030 liczbę samochodów napędzanych paliwem ciekłym w transporcie miejskim musi spaść o połowę, a do roku 2050 dany typ pojazdów musi być wyeliminowany z miast.

We Wielkiej Brytanii, Niemczech, Szwecji oraz Francji są wprowadzone dotacje na samochody elektryczne, obciążenie emisji CO₂ podatkiem, co w konsekwencji zmusza ludzi zastanawiać się nad wyborem transportu i kupowaniem bardziej ekologicznych aut.

Tymczasem w Polsce są wprowadzane procedury ekologiczne. Od maja 2010 r. do Kwietnia 2013 r. Polska uczestniczyła w projekcie stymulującym jazdę ekologiczną, pod nazwą “ECOWILL”, w trakcie projektu zostały przeszkolone trenerzy szkół jazdy oraz wybudowana odpowiednia infrastruktura dla danych ośrodków szkoleniowych.

Kontynuacją danej inicjatywy są zmiany rozporządzenia w sprawie egzaminowania osób ubiegających się o uprawnienia do kierowania pojazdami, które obowiązują od 2015 roku – DZ.U.2014.594:

“Poz. 25. Zmiana biegów właściwa dla energooszczędnej jazdy (dotyczy wyłącznie egzaminu państwowego przeprowadzanego w zakresie prawa jazdy kategorii B, B+E, C1, C1+E, C, C+E, D1, D1+E, D i D+E; w zakresie prawa jazdy kategorii B i B+E osoba egzaminowana powinna dokonywać zmiany biegu na wyższy w momencie kiedy silnik osiągnie od 1800 do 2600 obrotów na minutę, a pierwsze cztery biegi powinny być włączone zanim pojazd osiągnie 50 km/h; w zakresie pozostałych kategorii prawa jazdy osoba egzaminowana powinna utrzymywać prędkość obrotową silnika w zakresie zielonego pola pracy oznaczonego na obrotomierzu pojazdu egzaminacyjnego.”[17],

“Poz. 26. Korzystanie z momentu obrotowego silnika podczas hamowania – stosowanie hamowania silnikiem (dotyczy wyłącznie egzaminu państwowego przeprowadzanego w zakresie prawa jazdy kategorii B, B+E, C1, C1+E, C, C+E, D1, D1+E, D i D+E)”[17].

2.5. Przegląd analogicznych systemów

Przykładem analogicznego systemu jest moduł jazdy ekonomicznej polskiej firmy SATIS GPS. Jazda ekonomiczna według firmy SATIS to: *“szereg zasad, które pozwolą zwiększyć bezpieczeństwo, ograniczyć zużycie paliwa i podzespoły aut, a także chronić środowisko”*.

Dany moduł systemu SATIS umożliwia syntetyczne monitorowanie poszczególnych parametrów wpływających na osiągnięcie niskiego spalania i zużycia paliwa. Systemem są rejestrowano ponad 50 parametrów i następnie najistotniejsze parametry oceniane w skali 1-100, dana procedura pozwala na wielowymiarową analizę techniki jazdy kierowcy.

Analizowane parametry:

- dynamika przyspieszeń i hamowań
- jazda przy zachowaniu optymalnych obrotów silnika
- aktualnego biegu
- prędkość poruszania się
- utrzymywanie stałej prędkości
- unikanie biegu jałowego
- pokonywanie zakrętów ze zbyt dużą prędkości

Ponadto są zliczane sytuacje, gdy kierowcy nie utrzymują stałej prędkości jazdy oraz przemieszczają się na biegu jałowym.

Na podstawie ocen cząstkowych wystawiana jest ocena ekojazdy. Aby umożliwić wyciągnięcie natychmiastowych wniosków i oszacowanie skali problemu, przy ocenach dla poszczególnych aut znajduje się informacja o średnim spalaniu pojazdu. Zbiorcza ocena dla poszczególnych aut, umożliwia wyciągnięcie szybkich wniosków ze stylu jazdy poszczególnych kierowców i oszacowanie skali problemu. Specjalnie dedykowany raport wskazuje, które elementy jazdy poszczególnych pracowników mają największy wpływ na ilość zużytego paliwa oraz które z nich mogą zostać zoptymalizowane, tak aby ocena eko była jak najwyższa, a spalanie jak najniższe.

W ramach ekojazdy są oferowane funkcję asystenta kierowcy. To inteligentne narzędzie analityczne gromadzące praktyczne dane, przekazuje kierowcy informacje zwrotne na temat jego stylu jazdy. Porady tworzone w oparciu o bieżącą analizę stylu jazdy kierowcy wyświetlane są na ekranie smartfona lub tabletu kierowcy [33].

Rozdział 3

System do monitorowania oraz analizy stylu jazdy kierowcy

3.1. Architektura systemu

Moduł jazdy ekonomicznej posiada cztery główne części:

1. Kolektor danych:

Tak zwany logger, dany moduł pozwala zapisywać dane pobierane z szyny CAN do pamięci urządzenia Android.

2. Konwerter danych:

Dany moduł ma na celu odszyfrowania odbieranych danych oraz segregowania ich do odpowiedniego obiektu, co pozwala wykorzystać przetwarzane dane w module kształcącym oraz raportującym.

3. Moduł kształcący:

Dany moduł pozwala na podstawie danych obliczonych przez moduł przetwarzający w przypadku odpowiedniego zachowywania kierowcy natychmiast uruchomić odpowiedni komunikat głosowy.

4. Moduł raportujący:

Dany moduł pozwala osobie obserwującej oraz kontrolującej zachowywanie kierowcę, przeanalizować zbierane dane.

Kolektor danych

1. Sprzęt komputerowy

Port diagnostyczny OBD (rys. 14):

Wszystkie współczesne samochody posiadają port diagnostyczne OBD, przez który można uzyskać dane o emisjach pojazdu i błędach diagnostycznych w elementach pojazdu. Pierwszy wariant portu OBD został zaproponowany w 1984 roku i jest znany jako standardowe OBDI. OBDI jest skupiony na ocenie emisji zanieczyszczeń gazowych pojazdu. W 1988 roku zaproponowano standard OBD2. OBD2 dostarcza znacznie więcej informacji niż OBDI, ponieważ jego celem jest nie tylko ocena emisji zanieczyszczeń gazowych, ale także przeprowadzenia głębokiej diagnostyki pracy pojazdu.



Rys. 14. Port OBD2. (Źródło własne)

Interfejs diagnostyczny (Rys. 15):

Pełni rolę tłumacza konwertującego sygnały z portu OBD na dane szeregowe. Port diagnostyczny dostarcza wielu danych o sterownikach silnika oraz innych elementach pojazdu, takich jak: hamulec, tempomat, obrotów silnika, obciążenie silnika oraz inne. Dla badania został wybrany adapter diagnostyczny OBD z mikroczipem ELM327. Oprócz możliwości automatycznego wykrywania i interpretacji 9 protokołów OBD, ELM327 zapewnia również szybką komunikacji, tryb uśpienia o niskim poborze mocy oraz podtrzymuje standard J1939 dla ciężarówek i autobusów. Jest również w pełni konfigurowalny, dla bardziej ścisłego dostosowanie do potrzeb klienta [16]. Ważnym warunkiem dla badania jest częstotliwość odbierania danych, która ma być nie rzadziej niż 2 razy na sekundę, żeby umożliwić prawidłowe działanie modułu kształcącego. Dany interfejs umożliwia odczytywanie danych z powyższą częstotliwością.

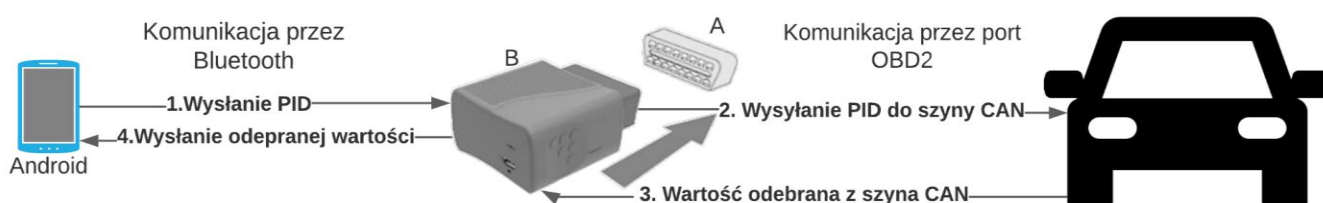


Rys. 15. Urządzenie ELM327 do samochodu osobowego. (Źródło własne)

Aby uzyskać dostęp do statusów czujników w pojeździe są używane identyfikatory parametrów o nazwie PID (parameter identification). Zarówno komunikaty żądania, jak i odpowiedzi są w formacie szesnastkowym. Lista standardowych PID oraz sposobu konwersji surowych danych wyjściowych na jednostki są opisane i dostępne w sieci [31]. Warto podkreślić że producenci pojazdów za darmo nie ujawniają dodatkowe identyfikatory PID. Specyfikacji PID, informacje o skalowaniu oraz format odczytywania danych, są zdefiniowane w części 5 standardu ISO-15031 oraz w standardzie SAE J1979 [2, 3].

Proces pozyskania danych z szyny CAN wygląda tak (rys. 16):

1. Urządzenie mobilne wysyła przez bluetooth żądanie parametru PID do adapteru.
2. Adapter Bluetooth wysyła PID do szyny CAN.
3. Czujnik podłączone do magistrali CAN rozpoznaje PID i wysyła wartość parametru do magistrali.
4. Adapter Bluetooth odczytuje odpowiedź i wysyła ją na urządzenie mobilne.



Rys. 16. Komunikacja między smartfonem a portem OBD. A. Port OBD. B. Urządzenie z mikroczipem ELM327. (Źródło własne)

Na przykład, aby zażądać aktualną prędkość pojazdu, adapter wysyła 010D, a czujnik prędkości pojazdu odpowie 41 0D 10. Gdzie 41 to status odpowiedzi, 0D to identyfikator parametru, a 10 to wartość w szesnastkowym systemie liczbowym.

Urządzenie Android:

Dla przetwarzania danych, komunikacji z pojazdem oraz człowiekiem, wybrano urządzenia z systemem operacyjnym Android 7+, ponieważ dane urządzenia są rozpowszechnione, bardzo wydajne, tanie, mają dużą pojemność baterii oraz pamięci. Przedstawione wyżej zalety pozwalają danym urządzeniem kilka razy na sekundę odbierać dane z adaptera oraz w czasie między komunikacją przetwarzać dane, zapisywać do pamięci i przesyłać do innych modułów aplikacji.

2. Oprogramowanie

Usługa działająca w tle, każde 500 sekund, żąda po kolei w maksymalnej ilości do 6 parametrów aktualne stany urządzeń samochodu, następnie odbiera statusy i przetwarza ich w odpowiedni format i dopisuje w plik z dzisiejszą datą, dlatego żeby następny moduł mógł z tych dane korzystać. Zebrane dane są wysyłane na serwer co godzinę.

Przykład żądania: 01 0D 0C 4A 04 10 4F

Opis żądania: 01 to numer modu a kolejne liczby szesnastkowe to są żądane parametry.

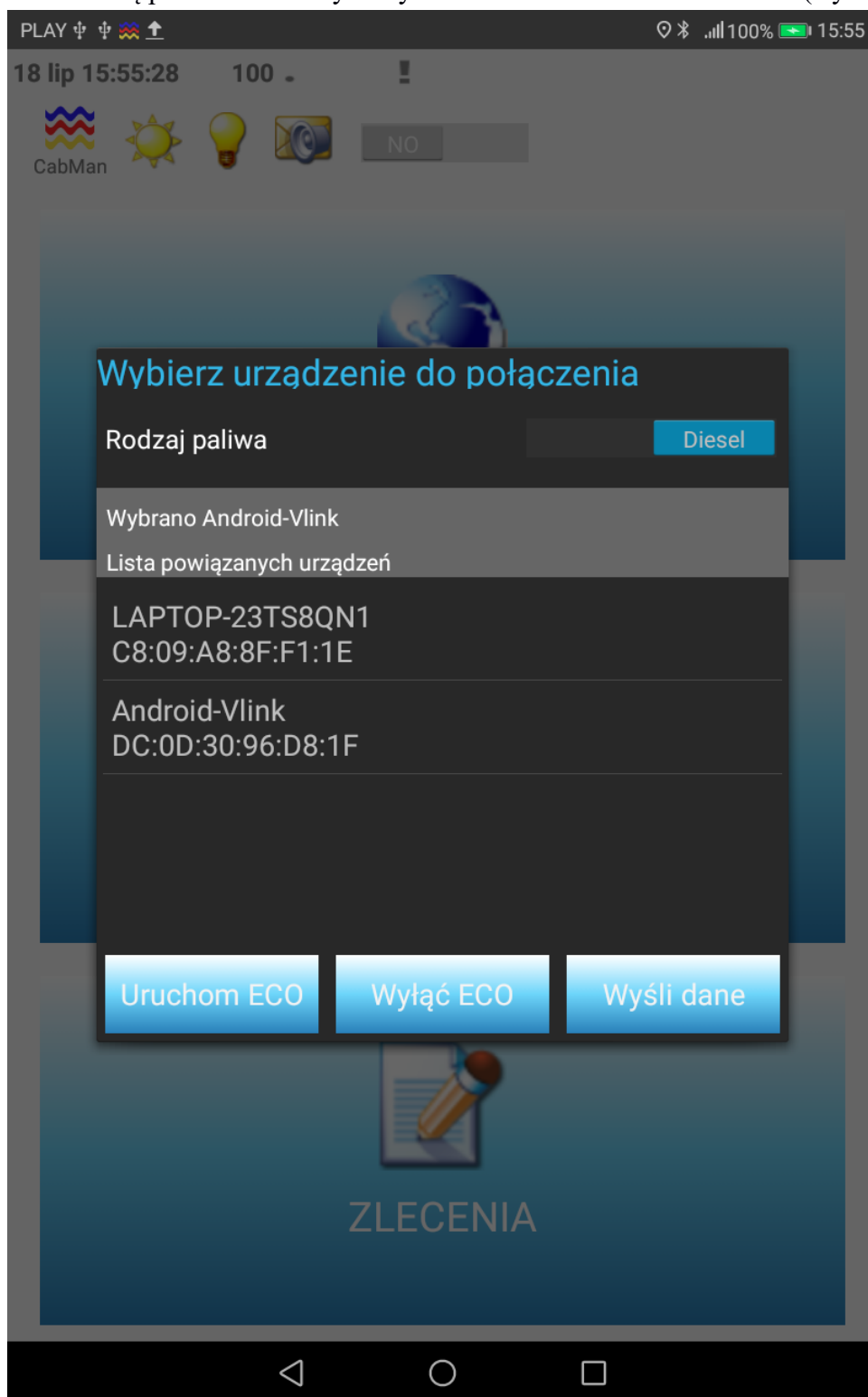
Format danych wygląda tak:

Data odbioru parametrów\$ PID parametru 1 Wartość 1, PID parametru n+1 Wartość n+1....

Przykład odebranych danych:

2020-08-21 16:01:58.294\$0D 40, 0C 15 B9, 4A 24, 04 1E, 10 09 E6, 4F 14 00 00 2B,
221124 50, 22150C 01,

Wizualna część aplikacji miał być jak najprostszy, żeby badany kierowca nie zastanawiał się nad tym co trzeba wybrać żeby skonfigurować aplikację. Dlatego konfiguracja pozwala tylko na zmianę typu paliwa oraz wybranie urządzenia. Dodatkowe przyciski na dole są pomocnicze i wykorzystane w czasie tworzenia modułu (Rys. 12).



Rys. 17 Wizualny interfejs modułu eko-jazdy w aplikacji CabMan. (Źródło własne)

Moduł przetwarzający dane

Kolejność postępowań działań modułu przetwarzającego:

1. Odbiera syre dane z modułu zbierającego dane
2. Przekształca wartości szesnastkowe do wartości dziesiętkowych.
3. Gdy według specyfikacji wartość potrzebuję dodatkowych przeliczeń, przeprowadza ich.
4. Dokłada do obiektu EcoLine wyniki obliczeń.
5. Następnie obiekt przechodzi przez procedure, która dokłada ostatnie zdarzenie do raportu dziennego.
6. Raport dzienny jest zapisywany do pliku tekstowego w formacie JSON.

Tabela 1. Zbiór parametrów				
Nr	Nazwa	Jednostki	Zbierane dane	Opis
1	Bieg jałowy	Litry, Metry, Sekundy, brak	Zużycie paliwa, Dystans, Czas,	Dane dotyczące jazdy na biegu jałowym.
2	Tempomat	Litry, Metry, Sekundy, brak	Zużycie paliwa, Dystans, Czas,	Dane dotyczące jazdy na tempomacie.
3	Hamowanie	Litry, Metry, Sekundy, Suma KM/h	Zużycie paliwa, Dystans, Czas, Suma straconej prędkości	Dane dotyczące jazdy z wczysniętym hamulcem. Suma straconej prędkości na hamowaniu pedałem. Ilość hamowań.
4	Toczenia się	Litry, Metry, Sekundy, Suma KM/h	Zużycie paliwa, Dystans , Czas, Suma straconej prędkości	Dane dotyczące jazdy podczas toczenia się. Suma straconej prędkości z użyciem toczenie się.
5	Postój	Litry, brak, Sekundy, brak	Zużycie paliwa, Czas,	Dane dotyczą czasu postoju oraz straconego paliwa na postoju z włączonym silnikiem.

6	Przyspieszenie	Litry, Metry, Sekundy, Ilość	Zużycie paliwa, Dystans , Czas, Ilość	Dane dotyczą ilości aktywnych przyspieszeń.
7	Trasa	Litry, Metry, Sekundy, brak	Zużycie paliwa, Dystans , Czas,	Dane dotyczące trasy całkowitego przebiegu trasy.
8	Jazda	Litry, Metry, Sekundy, brak	Zużycie paliwa, Dystans , Czas,	Dane dotyczące aktywnej jazdy.

Tabela 2. Zbiór parametrów dla histogramu				
Nr	Nazwa	Jednostki	Zbierane dane	Opis
1	Obroty silnika	Ilość występowania co 100 obrotów/s	Licznik wystąpień	Histogram dla dystansu, czasu oraz zużycia paliwa według prędkości obrotu silnika z krokiem co 100 obrotów
2	Obciążeniem silnika	Ilość występowania co 1%	Licznik wystąpień	Histogram dla dystansu, czasu oraz zużycia paliwa według obciążenie silnika z krokiem co 1%

Przykłady raportu dziennego:

<pre>{ "FileName": "00010002_Daily_Data_02.05.2021.txt.txt", "TachoCard": "131658191191", "ModemID": "00010002", "Day": { "fromDate": "2021-05-02T11:04:38.671", "toDate": "2021-05-02T11:21:42.29", "distance_cm": 7.464580, "fuelFlow": 0,12546734, "durationMS": 1616505461461, "bClosed": false }, "periodsCollection": [{ "param": 1,</pre>

```

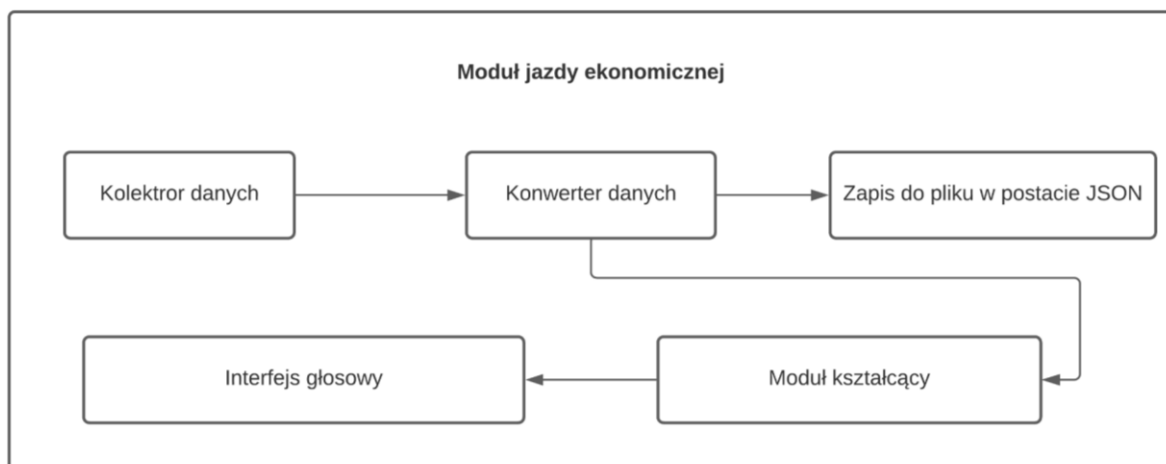
"duration": "00:14:34.3110000",
"distance_cm": 5.9324875003880253,
"value": 0.054347166196877919,
"connectionPeriods": [
  {
    "fromDate": "2021-05-02T11:04:39.181",
    "toDate": "2021-05-02T11:05:35.033",
    "fromMileage_cm": null,
    "toMileage_cm": null,
    "distance_cm": 0.35621694451636743,
    "fuelFlow": 0.0070426229827586229,
    "durationMS": 55852.0,
    "bClosed": true
  },
  ....
  ,
  {
    "fromDate": "2021-05-02T11:19:19.237",
    "toDate": "2021-05-02T11:21:42.29",
    "fromMileage_cm": null,
    "toMileage_cm": null,
    "distance_cm": 1.1081247222222221,
    "fuelFlow": 0.027508793034482743,
    "durationMS": 143053.0,
    "bClosed": false
  }
]
},
],
"eventsCollection": [
  {
    "param": 2,
    "qty": 17,
    "eventDates": [
      "2021-05-02T11:04:48.986",
      "2021-05-02T11:06:46.164",
      "2021-05-02T11:06:57.592",
      "2021-05-02T11:07:08.481",
      "2021-05-02T11:08:20.951",
      "2021-05-02T11:10:15.659",
      "2021-05-02T11:12:17.57",
      "2021-05-02T11:13:24.771",
      "2021-05-02T11:14:46.449",
      "2021-05-02T11:15:05.151",
      "2021-05-02T11:15:38.351",
      "2021-05-02T11:16:59.45",
      "2021-05-02T11:19:59.763",
      "2021-05-02T11:20:32.35",
    ]
  }
]

```

```
    "2021-05-02T11:20:46.48",
    "2021-05-02T11:21:01.473",
    "2021-05-02T11:21:39.731"
  ]
}
],
"histogramDataCollection": [
  {
    "type": 5,
    "xValueMaxCount": 100,
    "xValueStep": 1,
    "sampleQty": 1390,
    "valueArray": [
      0.00011773406896551722,
      0.0016644819999999997,
      ...
      0.0,
      0.0,
      0.0,
      0.0
    ]
  }
]
}
```

Moduł kształcący

Moduł przetwarzający przesyła wyniki obliczeń oraz wartości ostatniego zdarzenia do modułu kształcącego i na podstawie aktualnych danych jest wybierany odpowiedni komunikat głosowy (rys. 18).



Rys. 18. Schemat przepływu danych w module jazdy ekonomicznej (Źródło własne).

Podczas analizy badań oraz artykułów naukowych dotyczących zmniejszenia zużycia paliwa została utworzona lista założeń na podstawie której będzie kształcony kierowca w drugim etapie badań. Dla łatwości zrozumienia założeń oraz analizy, lista została podzielona na opis założenia oraz opis interpretacji danego założenia w systemie. A jazda została podzielona na trzy etapy: Etap przygotowawczy, etap przyspieszania, etap jazdy.

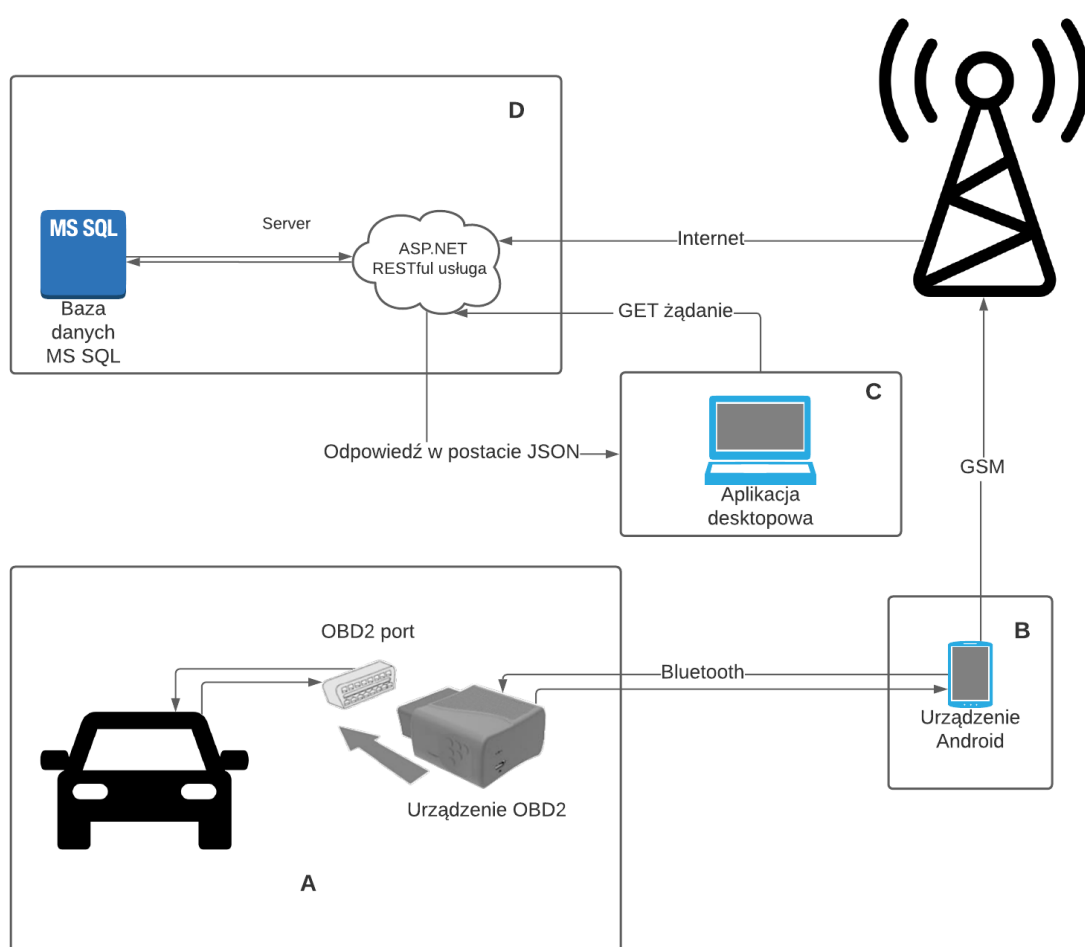
Tabela 3. Założenia podstawowe	
Założenie	Implementacja
I. Etap przygotowawczy	
<ol style="list-style-type: none">1. Nie woź niepotrzebnego bagażu.2. Ograniczyć stosowania klimatyzacji.3. Częste sprawdzania ciśnienia powietrza opon, utrzymywania jego odpowiedniego poziomu i dbaj o sprawność pojazdu.4. Korzystaj z informacji o ruchu drogowym i unikać zatłoczonych dróg.	<ol style="list-style-type: none">1. Przy pierwszym dziennym włączeniu modułu EcoMan, system wypowiada taką formułkę: "Sprawdź ciśnienie powietrza w oponach oraz sprawność pojazdu. Nie woź niepotrzebnego bagażu. Spróbuj ograniczyć stosowania klimatyzacji. Uruchamiaj silnik przy zwolnionym pedale przyspieszenia i od razu ruszaj."

<ol style="list-style-type: none"> 5. Uruchamiaj silnik przy zwolnionym pedale przyspieszenia i nie rozgrzewaj silnik na postoju. 6. Powinno się gasić silnik przy planowanym dłuższym postoj. Czyli ruszanie powinno mieć miejsce zaraz po uruchomieniu silnika samochodu. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. System ma wykryć odpalenie silnika oraz po 10 sekunda powiedzieć: "Ruszanie powinno mieć miejsce zaraz po uruchomieniu silnika." 3. Gdy kierowca w trakcie jazdy zatrzyma się na więcej niż 30s , czyli prędkość jest 0 a obroty silnika większe od 0 to system ma powiedzieć: "Zgaś silnik, nie ma po co palić paliwo "
<h2>II. Etap przyspieszania</h2>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ruszanie i przyspieszanie powinno odbywać się dynamicznie tak,aby w stosunkowo krótkim czasie osiągnąć zakładaną docelową prędkość jazdy, co jest bardziej efektywne niż powolne rozpędzanie samochodu. Jeśli masz wolną drogę, przyspieszaj energicznie, wciskając pedał do $\frac{3}{4}$. 2. Włączaj wyższy bieg najszybciej jak to możliwe. Nie przekraczaj 2500 obr./min w silniku benzynowym a 2000 obr./min w silniku wysokoprężnym. 3. Pamiętajmy, że z prędkością 50 km/h powinno się jechać na czwartym lub piątym biegu. 4. Pomijaj pośrednie biegi, gdy przyspieszasz i już osiągnąłeś prędkość, z którą możesz jechać na najwyższym biegu. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Po pierwszym zwiększeniu obrotów powyżej 1000 obr./min i prędkości powyżej 20 to musi powiedzieć: "Ruszamy! Jeśli masz wolną drogę, przyspieszaj energicznie, wciskając pedał do $\frac{3}{4}$." 2. Kontrolować przyspieszanie. Gdy jest wciskana pedał przyspieszania do końca to powiedzieć: "Nie duś pedał gazu, odpuść do $\frac{3}{4}$." 3. Gdy gaz będzie wciśnięty trochę powyżej niż $\frac{3}{4}$ "Trochę popuszcz pedał gazu." 4. Podczas gdy obroty są >2400(ZI) dla 2000(ZS) to powiedzieć: "Zmień bieg na wyższy lub zmniejsz prędkość". 5. Gdy obroty spadają < 2000 a obciążenie silnika wzrasta $> 50\%$ to powiedz: "Zredukuj bieg"

III. Etap jazda	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Jak najdłużej jedź na najwyższym możliwym biegu i na najniższej możliwej prędkości obrotów silnika. Unikaj licznych zmian prędkości: utrzymywanie prędkości stałej najdłużej jak to możliwe; 2. Obserwuj drogę przed sobą i reaguj jak najszybciej i jak najłagodniej na dostrzeżone przeszkody. Powinno się przewidywać sytuację na drodze tak, aby minimalizować liczbę przyspieszeń i hamowań. 3. Aby zwolnić lub stopniowo się zatrzymać bez zużycia choćby kropli benzyny, wystarczy zdjąć nogę z pedału przyspieszenia i toczyć się na biegu bez naciskania sprzęgła. 4. Nie poruszaj się wybiegiem stosując bieg jałowy silnika. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jak przekroczę prędkość $> 50 \text{ km/h}$ i $< 80 \text{ km/h}$ i obroty > 2500 to jednorazowo powiedz: "Zmień bieg, na najwyższy możliwy." 2. Gdy kierowca jedzie jakiś czas na prędkości > 50 i ta prędkość zmienia się w górę lub w dół nie więcej niż na 5 km to powiedz: "Włącz tempomat" 3. Gdy prędkość spada za pomocą hamulca to powiedz: "Hamuj silnikiem, zdejmując nogę z pedału przyspieszenia."

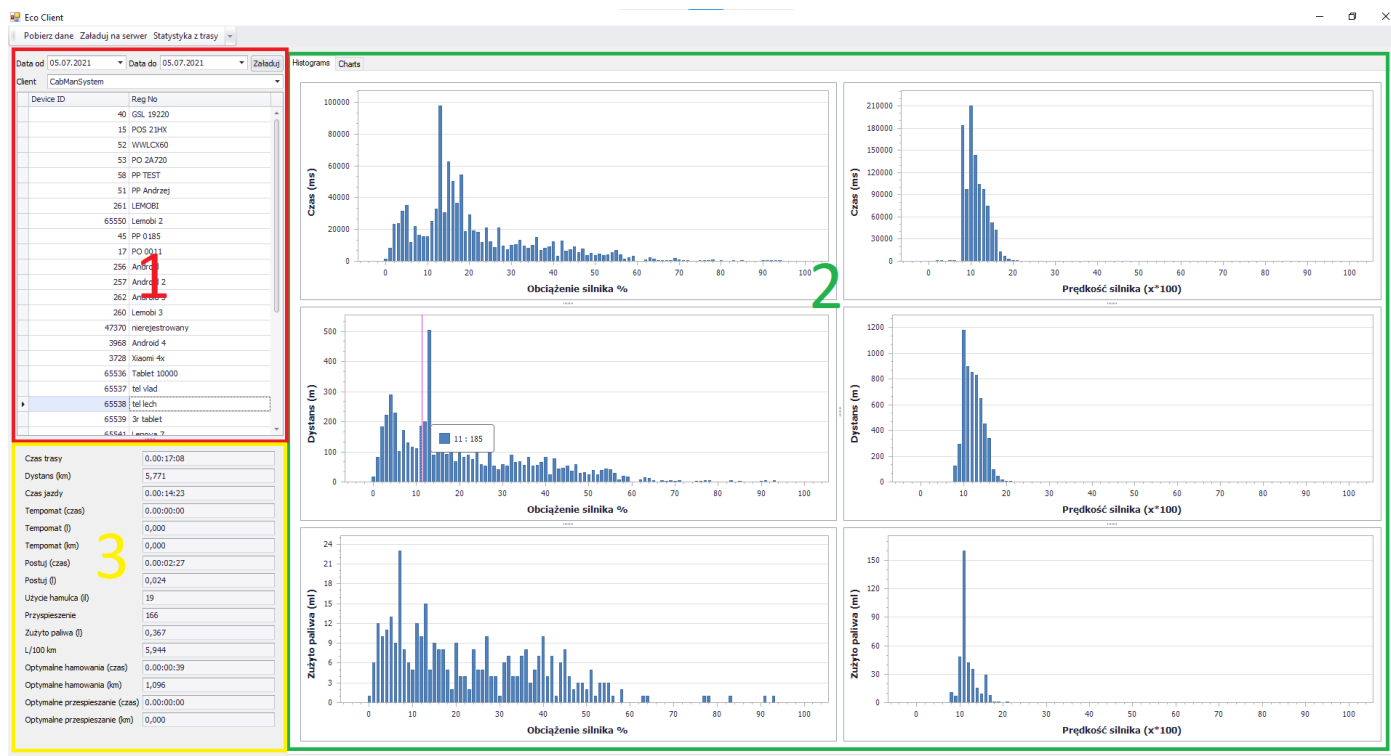
Moduł raportujący

Dodatkowy wątek w aplikacji mobilnej, co pół godziny sprawdza czy w odpowiednim folderze jest plik z raportem na dzisiaj, gdy takie istnieje w odpowiednim folderze, wysyła go na serwer przez żądanie POST. Następnie serwer zapisuje odebrany obiekt do pliku tekstowego i robi wpis do tabeli w bazie danych. Dany rekord składa się z daty raportu, daty ostatniej modyfikacji, nazwą pliku, identyfikatorem urządzenia, identyfikatorem kierowcę (Rys. 19). Po zapisie raportu na serwerze, użytkownik posiadający dostęp do aplikacji desktopowej może przeglądać wyniki przejechanego odcinka trasy (Rys. 20).



Rys. 19 Schemat przepływu danych między poszczególnymi częściami systemu. A. Interfejs OBD. B. Aplikacja mobilna. C. Aplikacja do przeglądania raportów. D. Serwer z bazą danych Microsoft SQL oraz RESTful Web Api usługą (źródło własne)

Niżej można obserwować wizualna część aplikacji raportowej, która jest rozdzielona na 3 główne części: filtr wyszukiwania, wizualizacja danych w postaci histogramów i czartów, podsumowania z trasy.



(Rys. 20.) Aplikacja desktopowa do przeglądania raportów. 1.Filtr wyszukiwania.
2.Wizualizacja danych w postaci histogramów i czartów. 3. Podsumowania z trasy.

(Źródło własne)

Żeby obejrzeć raport dla urządzenia za odpowiedni okres czasowy, trzeba wybrać odpowiedniego klienta z listy, wybrać urządzenia i ustawić okres dla pobierania danych raportu, natychmiast dane zostaną zsumowane na serwerze i pobrane do aplikacji (Rys. 21).

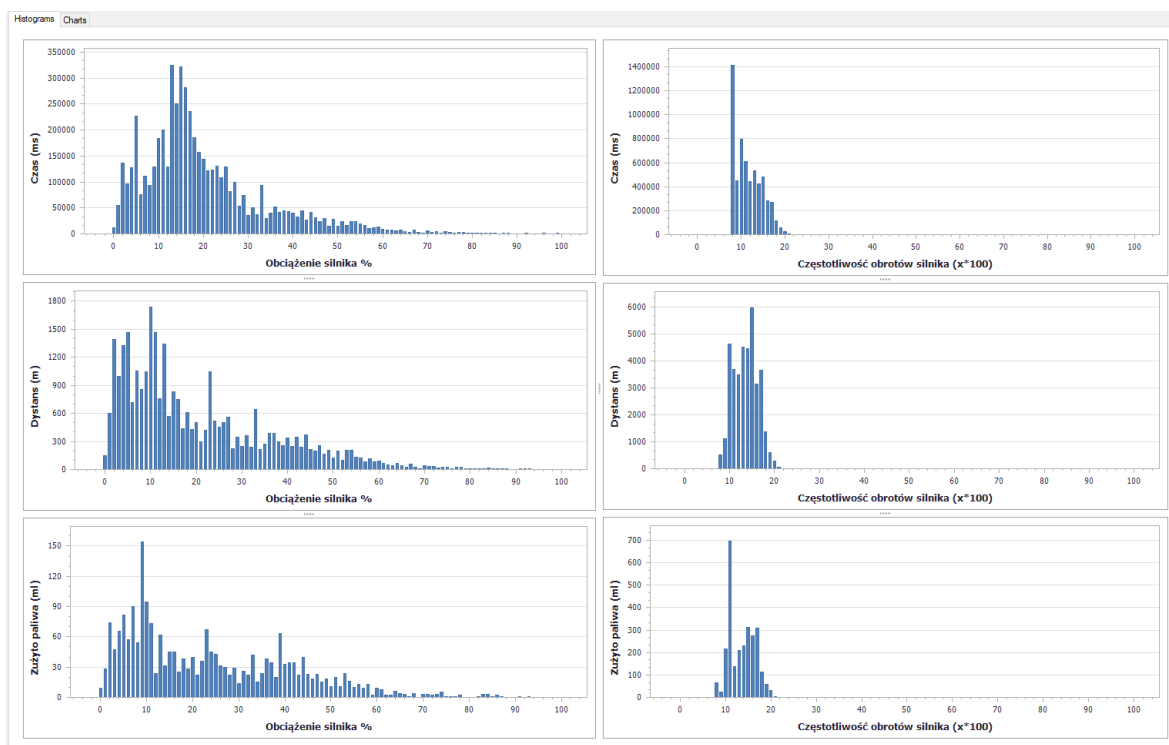
Data od 05.07.2021 Data do 05.07.2021 Załaduj

Client CabManSystem

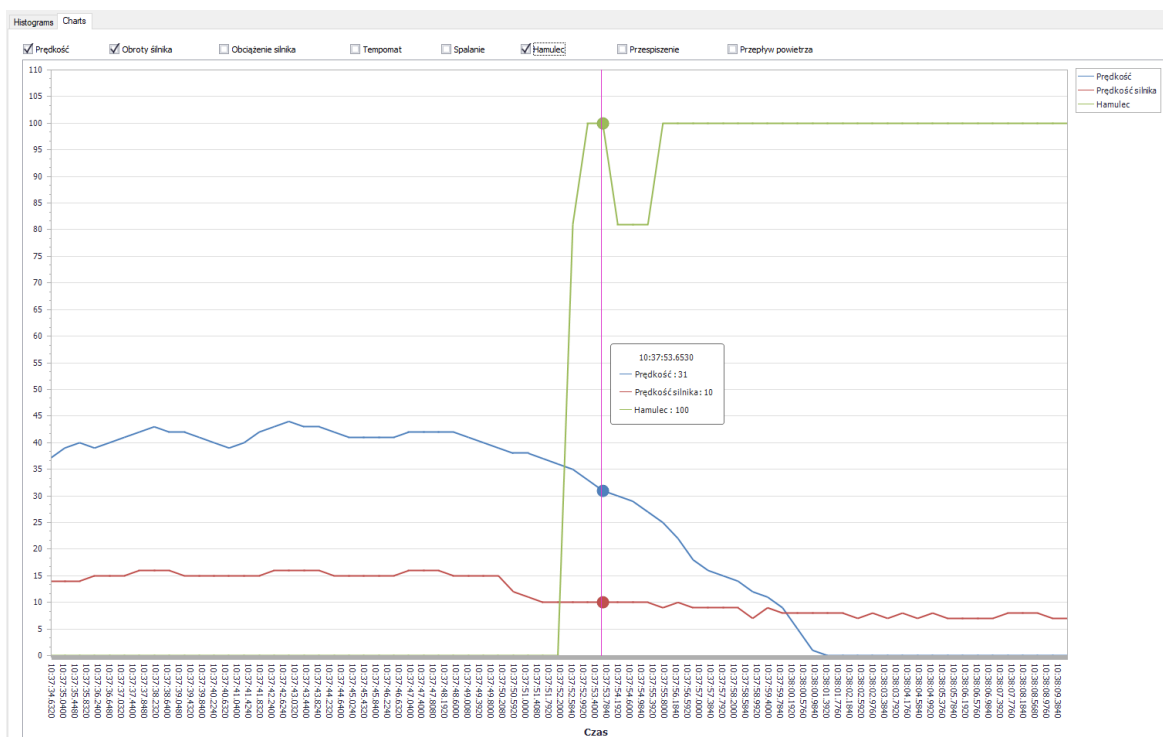
Device ID	Reg No
40	GSL
15	POS
52	WWI
53	PO 2
58	PP TEST
51	PP Andrzej
261	LEMOBI
65550	Lemobi 2
45	PP C
17	PO C
256	Android
257	Android 2
262	Android 3
260	Lemobi 3
47370	nierejestrowany
3968	Android 4
3728	Xiaomi 4x
65536	Tablet 10000
65537	tel vlad
65538	tel lech
65539	3r tablet
65541	Lenova 7

(Rys. 21) Filtr wyszukiwania modułu raportującego. (Źródło własne)

Druga wizualna część aplikacji pozwala na obejrzenie raportu w postaci wykresów oraz histogramów (Rys. 22,23).



(Rys. 22) Wizualizacja danych w postaci histogramów. (Źródło własne)



(Rys. 23) Wizualizacja danych w postaci czartów. (Źródło własne)

Dana część aplikacji pokazuje przeliczone na serwerze sumaryczne dane dla poszczególnych parametrów (Rys. 24).

Czas trasy	0.00:17:08
Dystans (km)	5,771
Czas jazdy	0.00:14:23
Tempomat (czas)	0.00:00:00
Tempomat (l)	0,000
Tempomat (km)	0,000
Postuj (czas)	0.00:02:27
Postuj (l)	0,024
Użycie hamulca (il)	19
Przyspieszenie	166
Zużyto paliwa (l)	0,367
L/100 km	5,944
Optymalne hamowania (czas)	0.00:00:39
Optymalne hamowania (km)	1,096
Optymalne przyspieszanie (czas)	0.00:00:00
Optymalne przyspieszanie (km)	0,000

(Rys. 24) Podsumowania z trasy. (Źródło własne)

3.2. Określenie stosu technologicznego

SQL Server 2008 4.0 Compact jest bezpłatną, osadzoną (embedded) bazą danych, która może być wykorzystywana przez deweloperów oprogramowania, tworzących strony internetowe ASP.NET oraz aplikacje, bazujące na systemie operacyjnym Windows. SQL Server Compact 4.0 zużywa niewiele pamięci RAM oraz wspiera prywatne rozmieszczenie własnych plików binarnych w folderze aplikacji, łatwe tworzenie aplikacji w Visual Studio i WebMatrix oraz płynną migrację schematów oraz danych do serwera SQL.

ASP.NET RESTful API service - System wykorzystuje ASP.NET RESTful API service w celu umożliwienia, korzystania z niego niezależnie od zastosowanej platformy. Do systemu opartego na tym rozwiązaniu połączyć możemy się przy pomocy np. aplikacji mobilnej, desktopowej lub internetowej, stworzonych w różnych środowiskach np. asp.net, czy java.

Xamarin - jest to platforma programistyczna dedykowana produkcji aplikacji mobilnych. Według Microsoftu: „Xamarin.Android stanowi kompletny zestaw Android SDK dla deweloperów platformy .NET”. Pozwala ona na tworzenie aplikacji dedykowanych systemowi Android przy użyciu języków C# i F#, w oparciu o środowisko edytorze kodu Microsoft Visual Studio. Do pracy z Xamarin.Android wymagane jest OS Windows 10 oraz posiadanie Visual Studio w wersji, co najmniej z 2017.

Microsoft VisualStudio 2019 jest kolejnym produktem,, która została wykorzystana w poniższej pracy jest to produkt firmy Microsoft. Jest to tak zwane zintegrowane środowisko programistyczne oraz zestaw narzędzi programistycznych, tzw. IDE, używane do tworzenia oprogramowania zarówno konsolowego (tekstowego), jak i z interfejsem graficznym GUI, platforma obsługuje również Windows Forms, WPF, WebApplications oraz Xamarin. Kod kompilowany może być przez Visual Studio na platformy Microsoft Windows, Windows Phone,Android, IOS, .NET Framework, Microsoft Silverlight oraz konsole XBOX. Kod może być pisany w jednym z kilku obsługiwanych domyślnie w Visual Studio 2017 języków, m.in: C#, Visual Basic, C++, F# i JavaScript. Program uważany jest przez wielu ekspertów oraz programistów za najwyższej klasy środowisko programistyczne.

Rozdział 4

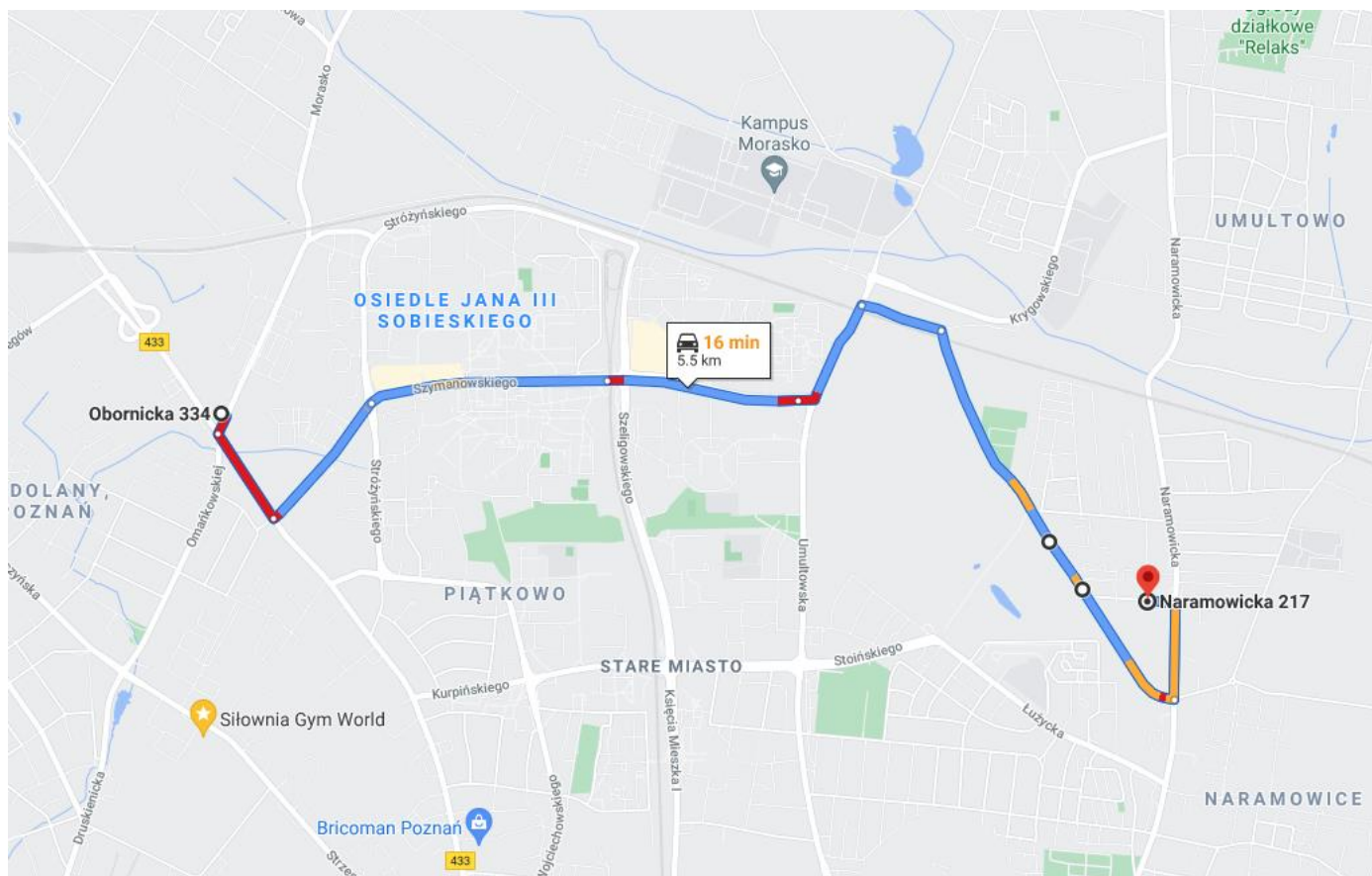
Analiza zebranych danych

4.1. Procedura badań

W pracy zaprezentowano nowy sposób usprawnienia techniki jazdy kierowcy za pomocą technologii informatycznych. Dane pochodzą z modułu eco-jazdy opracowanego dla systemu zarządzania flotą CabMan firmy LeMobi.

Obiektem badanym zostaw kierowca indywidualny z 20 letnim doświadczeniem prowadzenia pojazdu, posiadający samochód Opel Insignia o pojemnością silnika 2 l. , napędzany paliwem dieslowym, wyprodukowanym w roku 2017 oraz smartfonem Xiaomi Redmi Note 5 z systemem operacyjnym Android 8.0.

Badania zostały przeprowadzone na terenie Poznania w warunkach miejskich, w dwutygodniowym okresie. W trakcie dwutygodniowych badań, kierowca poruszał się na odcinku trasy 5.5 km, w strefie miejskiej, w czasie przed południowym oraz po południowym, przy porównywalnych warunkach ruchu (rys.9). Taką trasę można nazwać trasą rutynową. Przez rutynowość i powtarzalność wielu czynników na danej trasie, jest duża wiarygodność że w krótkim czasie i z potencjalnie dużym powodzeniem kierowca wytrenuje nowe nawyki jazdy ekonomicznej.



Rys.25. Trasa rutynowa. (Źródło własne)

Eksperyment składał się z dwóch etapów: etapu kontrolnego oraz etapu szkoleniowego. Podczas pierwszej części badania zostały zebrane dane dotyczące techniki jazdy kierowcę, natomiast w trakcie drugiego etapu pojawił się czynnik szkoleniowy. Celem danego eksperymentu jest spostrzeżenie oraz porównanie zmian w zachowaniu kierowcę po wprowadzeniu czynnika szkoleniowego.

Dla oszacowania skuteczność danego systemu zostało użyto następujący zbiór danych:

1. Czas trasy
2. Dystans trasy
3. Całkowite zużycie paliwa z trasy.
4. Czas przejechany z włączonym tempomatem.
5. Dystans przejechany z włączonym tempomatem.
6. Czas postoju z włączonym silnikiem.
7. Zużycie paliwa w trakcie postoju.
8. Licznik użycia hamulca.
9. Licznik użycia przyspieszenia.
10. Czas optymalnego hamowania

11. Czas optymalnego przyspieszania.
12. Zużycie paliwa według obciążenia silnika.
13. Przejechany dystans według obciążeniem silnika.
14. Czas w trasie według obciążeniem silnika.
15. Zużycie paliwa według prędkości obrotowej silnika.
16. Przejechany dystans według prędkości obrotowej silnika
17. Czas w trasie według prędkości obrotowej silnika

4.2. Przegląd danych kontrolnych

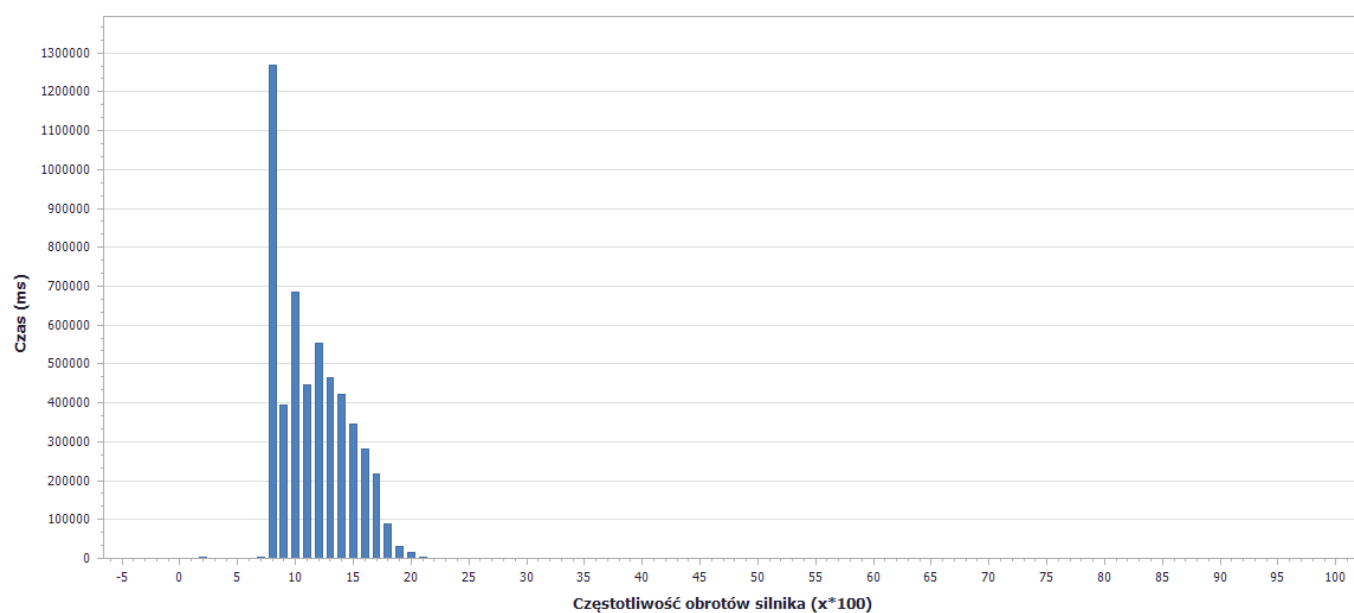
Przeprowadzenie danego etapu badania jest próbą wstępnej analizy przed szkoleniowej techniki jazdy kierowcy, na potrzeby dalszej analizy porównania wyników z etapem szkoleniowym.

Podczas trwania pierwszego etapu badania kierowca poruszał się trasą rutynową przez kolejne 5 dni z włączony modułem zapisującym oraz raportującym aktualne parametry pojazdu. Do analizy zostały użyte dane tylko z pierwszej części dnia, z tego powodu że trasa powrotna często różniła się od trasy rutynowej, co potencjalnie mogło wpłynąć na wyniki badania.

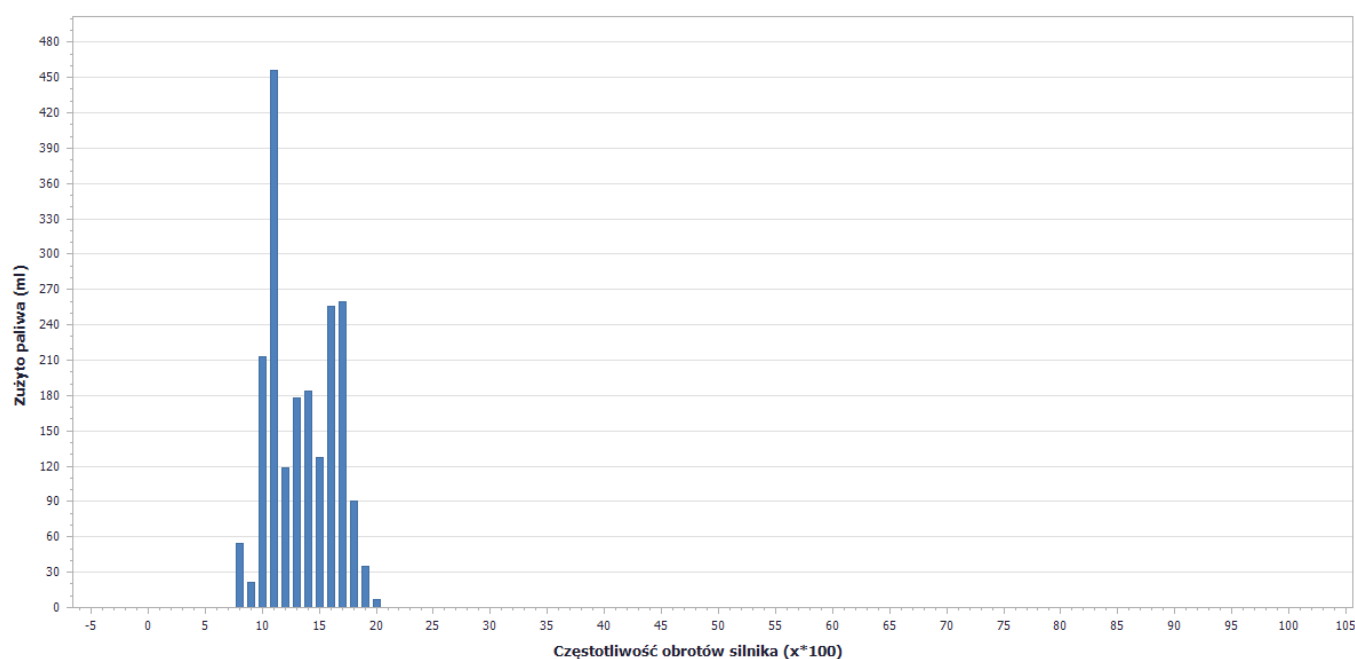
Na podstawie danych z histogramu czasu trasy według prędkości obrotowej silnika można stwierdzić czy dany kierowca nadużywał postojami z włączonym silnikiem (Rys.X). Analizując histogram czasu według częstotliwości obrotów silnika (Rys. X) oraz wyniki z tabeli podsumowań danych kontrolnych (Tab. X), można stwierdzić że istotną częścią przejechanych tras są postoje. Podczas gdy całkowity czas tras w trakcie 5 dni wynosi 86 minut 12 sekund, kierowca zrobił całkowity postój 15 minut 58 sekund, od całej trasy to 18,52 %. Procent spalanie paliwa podczas postoju od całkowitego zużycia paliwa wynosi 7,21%. Mogło to wynikać ze zbyt długiego zatrzymywanie się na światłach i nie gaszenia silnika dla szybkiego startu oraz w przypadku zapomnienia zgaszenia silnika w trakcie przygotowywania do jazdy oraz jej zakończenia.

Z kolei histogramy zużycia paliwa, dystansu oraz czasu według prędkości obrotowej silnika pozwoli zweryfikować czy w trakcie jazdy, kierowca poruszał się z optymalnym obrotami silnika dla danego typu paliwa (Rys. X, X, X). Zalecane maksymalne obroty dla silnika benzynowego to 2500 obr./min, a dla silnika wysokoprężnego(diesel) 2000 obr./min.

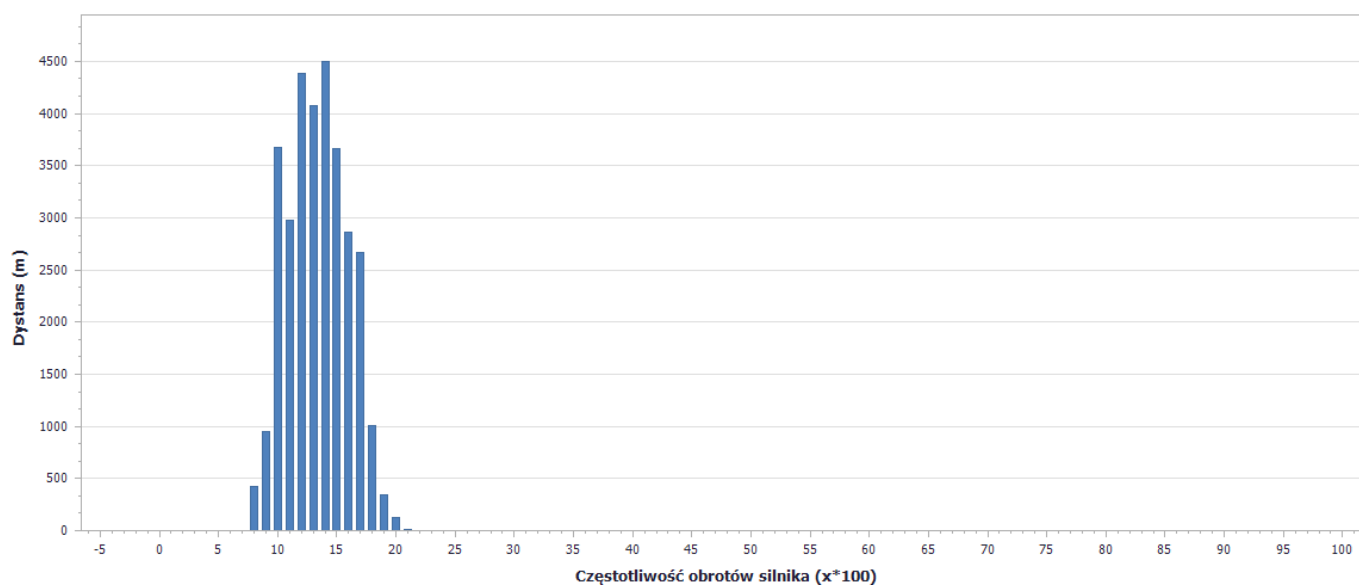
Na podstawie histogramów czasu, dystansu, zużycia paliwa według częstotliwości obrotów silnika (Rys. X, X, X) widać że kierowca zmienia biegi w odpowiedni moment, prawie nigdy nie przekracza 2000 obr./min i kontroluje w trakcie jazdy prędkość obrotową silnika.



Rys. 26 Histogram czasu według prędkości obrotowej silnika z etapu kontrolnego. (źródło własne)

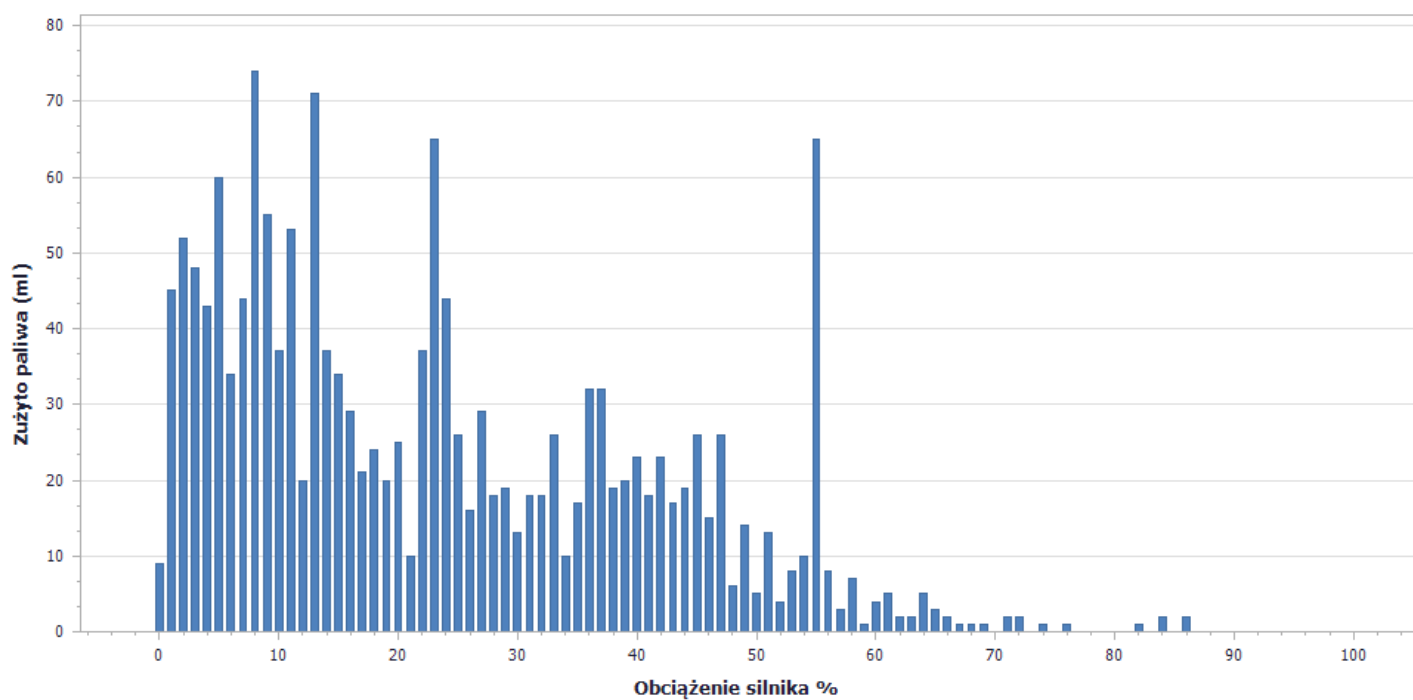


Rys. 27 Histogram zużycie paliwa według prędkości obrotowej silnika z etapu kontrolnego. (Źródło własne)

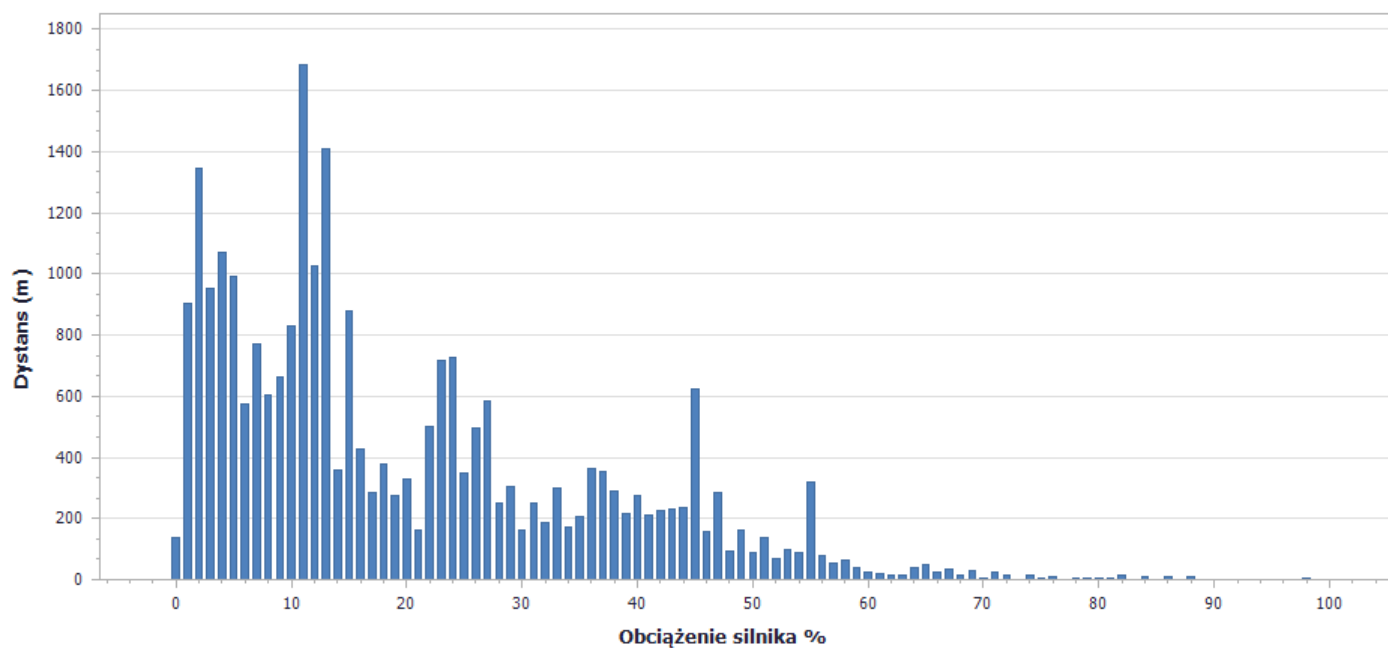


Rys. 28 Histogram przejechanych kilometrów według prędkości obrotowej silnika z etapu kontrolnego. (Źródło własne)

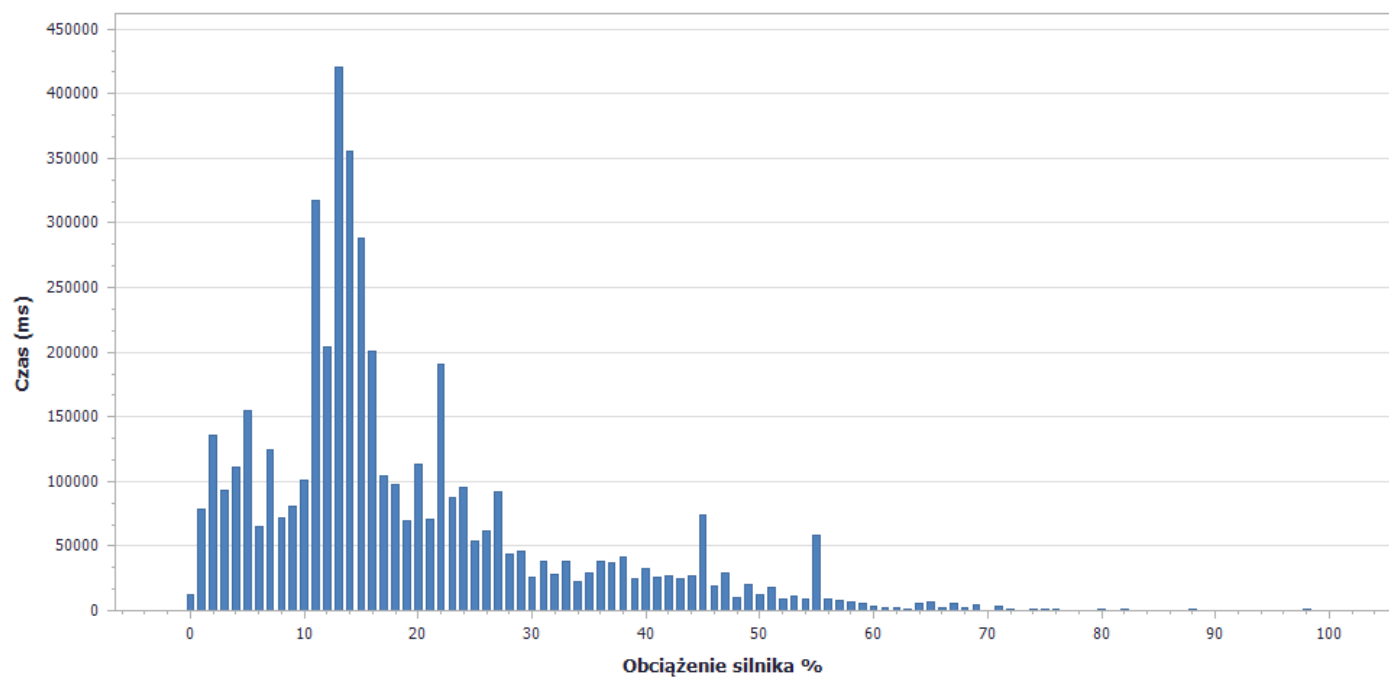
Analizując dane z histogramów zużycia paliwa, dystansu oraz czasu według obciążenia silnika (Rys. X, X, X) można oszacować jak kierowca odczuwa samochód i dostosowuje bieg do warunków na drodze. Dane histogramy potwierdzają powyższe stwierdzenie o płynnym zmianie biegu i przyspieszeniu, dla tego że większa ilość zebranych wartości dla parametrów czasu, dystansu i zużycia paliwa nie przekracza 50 % obciążenia silnika.



Rys. 29 Histogram zużycie paliwa według obciążenia silnika z etapu kontrolnego. (Źródło własne)

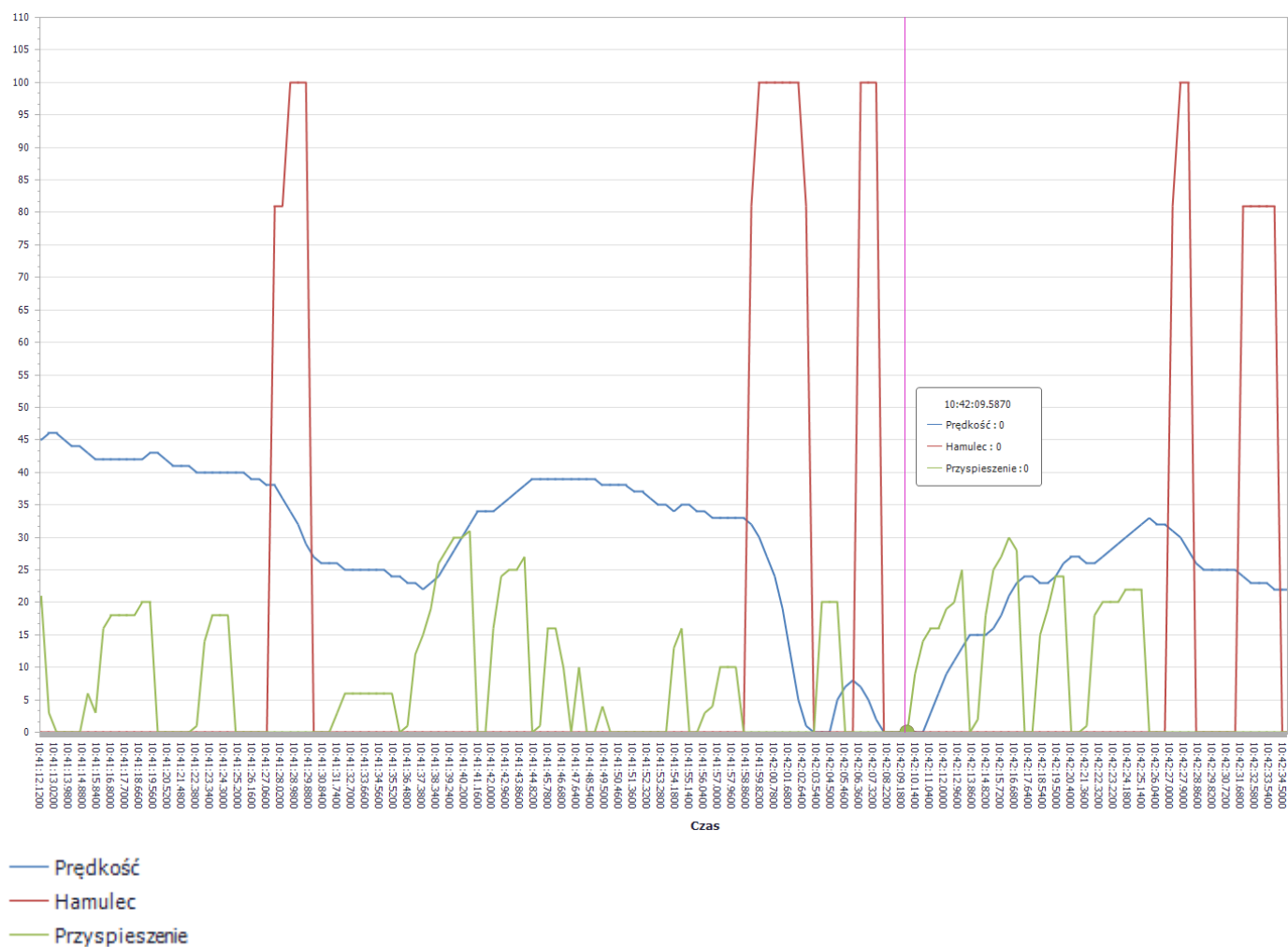


Rys. 30 Histogram przejechany kilometrów według obciążeniem silnika z etapu kontrolnego. (Źródło własne)



Rys. 31 Histogram czas w trasie według obciążeniem silnika z etapu kontrolnego. (Źródło własne)

Na podstawie analizy parametrów ilości przyspieszeń, optymalnego przyspieszenia pojazdu z tabeli podsumowań zbioru kontrolnych danych (Tabela X) oraz analizy danych z wykresu parametrów prędkości, hamulca oraz przyspieszenia w czasie (Rys. X) , można powiedzieć że badany obiekt posiada zły nawyk przyspieszenia pojazdu. Dlatego że przyspieszenie odbyła się w przerywanym tempie średnio 102.2 razy na średni odcinek trasy 6 kilometrów 336 metrów. Dane stwierdzenie potwierdza analiza wykresów z poszczególnych dni badania. Na przykładowym wykresie X można obserwować przerywane przyspieszenie, które wydarza się bardzo często w trakcie jazdy oraz wpływa na wyniki całkowitego optymalnego przyspieszenia. Otrzymane wyniki optymalnego przyspieszenia wyglądają tak: 0 kilometrów, 0 minut. Według badań oraz zaleceń specjalistów z dziedziny jazdy ekonomicznej, w przypadku gdy na drodze nie ma żadnych przeszkód i ograniczeń drogowych, zalecane przyspieszenie z wciśniętym pedałem gazu do $\frac{3}{4}$ w okresie 20 sekund od początku jazdy dla najszybszego dojścia do optymalnej prędkości i podtrzymywanie zadanej prędkości z jak najmniejszą ilością naciśnięć hamulca i pedału przyspieszenia.



Rys.32 Wykres parametrów prędkości, hamulca oraz przyspieszenia w czasie z etapu kontrolnego. (Źródło własne)

Podczas badania kontrolnego nie użyto tempomatu. To wynika z warunków miejskich, dużej ilości światł i małej ilości odcinków prostej drogi, co zmniejsza ilość użycia tempomatu do minimum. Natomiast dobrym miejscem na użycie tempomatu mógłby być terene pozamiejske, autostrady i drogi ekspresowe.

Kolejnym ważnym parametrem do oceny jazdy kierowcy jest toczenie się, przedstawione w jednostkach czasowych oraz dystansowych. Optymalne hamowanie odbyła się wtedy gdy kierowca nie używa hamulca, a pozwala pojazdowi toczyć się na biegu dla zmniejszenia prędkości. W trakcie badania kontrolnego kierowca optymalnie hamował na zsumowanych odcinkach z pięciu dni przez 2 minuty 7 sekund na dystansie 4 kilometry 364 metry, stanowi to 13,77 % od całkowitego dystansu. Jest to dobry wynik, ale w trakcie szkolenia można go polepszyć.

Tabela 4. Podsumowanie zbioru kontrolnych danych							
Nazwa, Jednostka	I dzień	II dzień	III dzień	IV dzień	V dzień	Średnia	Suma
Trasa, czas	00:17:23	00:18:05	00:16:50	00:17:57	00:15:57	00:17:14	01:26:12
Jazda, czas	00:13:45	00:12:08	00:11:44	00:14:36	00:12:32	00:12:57	01:04:45
Jazda, kilometry	7,647	6,203	5,545	6,686	5,6	6,336	31,681
Tempomat, czas	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
Tempomat, kilometry	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Postój, czas	00:02:47	00:04:36	00:03:15	00:02:31	00:02:49	00:03:12	00:15:58
Postój, litry	0,051	0,033	0,03	0,011	0,019	0,0288	0,144
Zużycie paliwa, litry	0,403	0,409	0,346	0,46	0,38	0,3996	1,998
Hamulec, licznik	17	23	19	18	20	19,4	97
Toczenia się, czas	00:00:39	00:00:23	00:00:29	00:00:12	00:00:24	00:00:25	00:02:07
Toczenia się, kilometry	1,069	0,968	0,914	0,73	0,683	0,8728	4,364
Optymalne przyspieszani, minuty	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
Optymalne przyspieszani, kilometry	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Przyspieszenie	92	100	115	105	99	102,2	511

Podsumowując analizę techniki jazdy, można stwierdzić, że styl jazdy danego kierowcy posiada takie zalety:

1. Płynna zmiana biegu.
2. Dobre dostosowanie biegu do warunków jazdy.
3. Obserwacja prędkości obrotów silnika i dostosowywanie biegu do limitów prędkości obrotowej silnika.
4. Użycie toczenia się do hamowania pojazdu.

Wady technik jazdy kierowcy:

1. Brak aktywnego przyspieszenia.
2. Długi postój z włączonym silnikiem.
3. Nie płynne, przyrywane naciśnięcie na pedał przyspieszenia.

Dany kierowca posiada jak dobre cechy, tak i wady techniki jazdy, co pozwala użyć modułu szkoleniowy opracowanego systemu.

4.2. Porównanie danych szkoleniowych

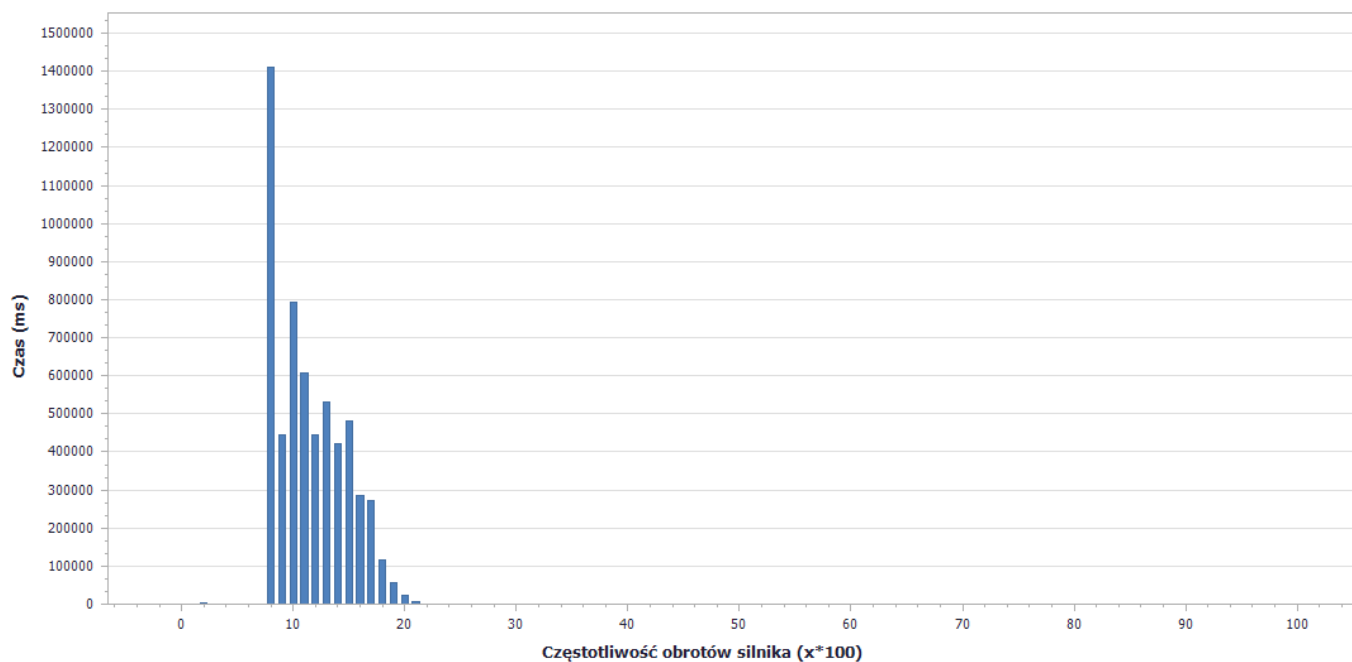
Podczas trwania drugiego etapu badania kierowca kontynuował jazdę trasą rutynową przez kolejne 5 dni z włączony modułem zapisującym oraz raportującym aktualne parametry pojazdu. Dodatkowo został aktywowany moduł szkoleniowy. Do analizy zostały użyte dane tylko z pierwszej części dnia, z tego powodu że trasa powrotna często różniła się od trasy rutynowej, co potencjalnie mogło wpłynąć na wyniki badania. Analiza danych raportów z etapu szkoleniowego, pozwoli zweryfikować technikę jazdy kierowcę po wprowadzeniu cinika szkoleniowego.

Dane dotyczące sumy dystansu nie istotnie wzrosły na 191 metrów od poprzedniego wyniku, choć suma czasu jazdy z całej trasy spadła na 1 minutu 54 sekundy.

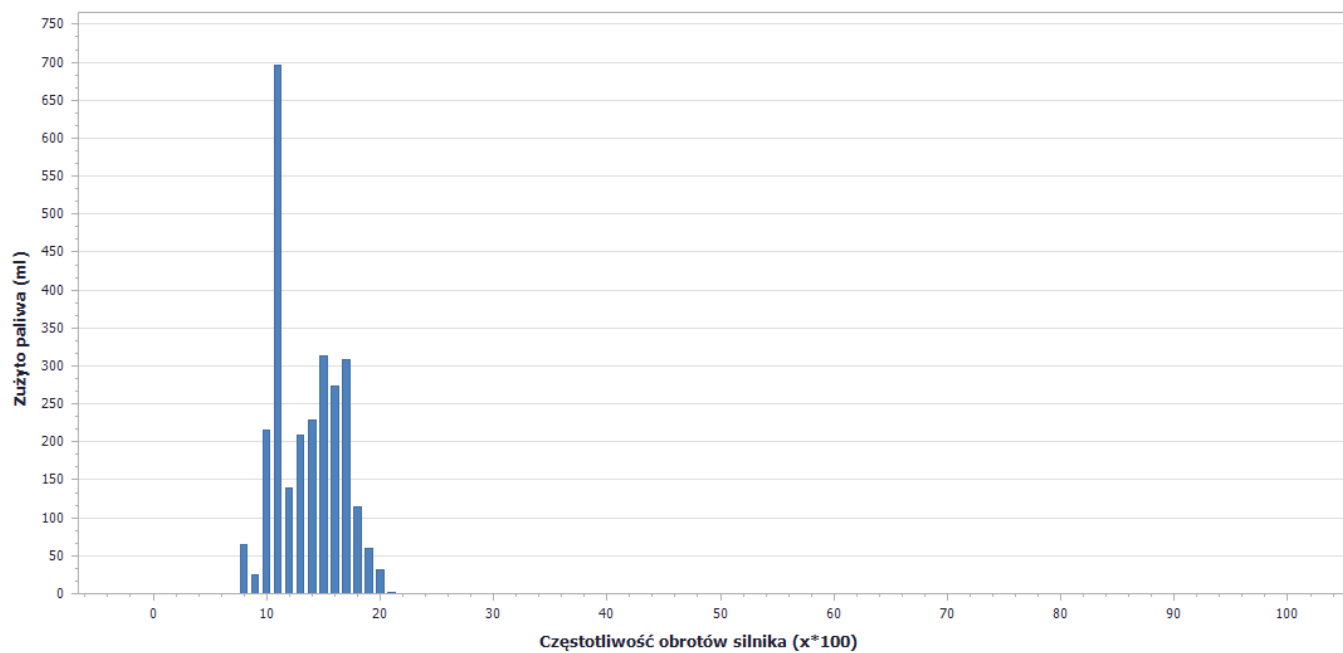
Porównując histogram czasu według częstotliwości obrotów silnika z etapu kontrolnego (Rys. X) oraz wyniki z tabeli podsumowań danych kontrolnych (Tab. X) z histogramem (Rys. X) oraz tabelą (Tab. X) etapu szkoleniowego można zauważyć że nadal istotną częścią przejechanych tras są postoje z włączonym silnikiem, choć całkowity czas postoju spadł z 15 minut 58 sekund na 14 minut 15 sekund co jest mniej na 1,08% od poprzedniego wyniku. Procent spalanie paliwa podczas postoju od całkowitego zużycia paliwa wynosi 6,36%, jest ten wynik mniejszy o 0,85% od poprzedniego etapu badania.

Warto podkreślić że choć czas trwania postoju w trakcie etapu szkoleniowego jest mniejszy to zużycie paliwa jest na 2 milimetra więcej, co mogło wynikać z błędnych wyników zużycia paliwa lub użycia dodatkowych urządzeń w pojeździe, na przykład klimatyzacji.

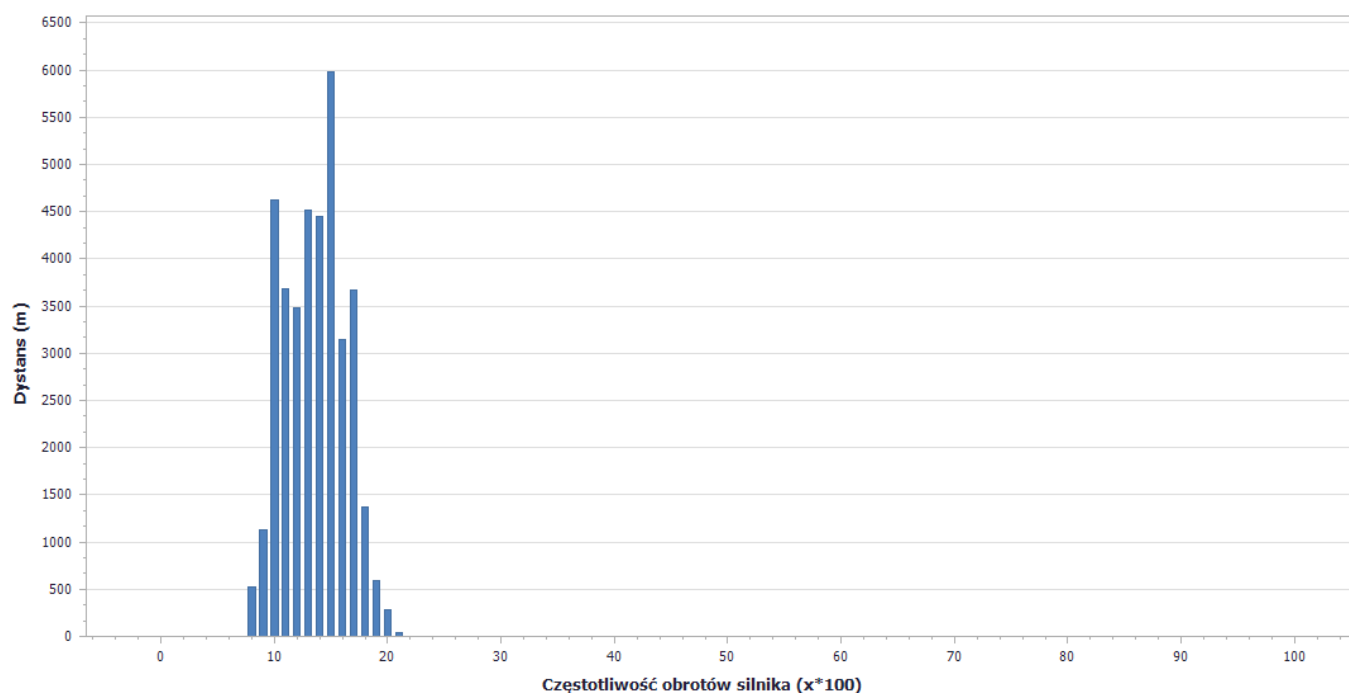
Na podstawie histogramów czasu, dystansu, zużycia paliwa według częstotliwości obrotów silnika z etapu szkoleniowego (Rys. X, X, X) wynika że nie nastąpiło żadnych zmian w tych parametrach i zmiana biegu u danego kierowcy zostaje płynną oraz obroty prawie nigdy nie przekracza 2000 obr./min.



Rys. 33 Histogram czasu w trasie według prędkości obrotowej silnika z etapu szkoleniowego. (źródło własne)

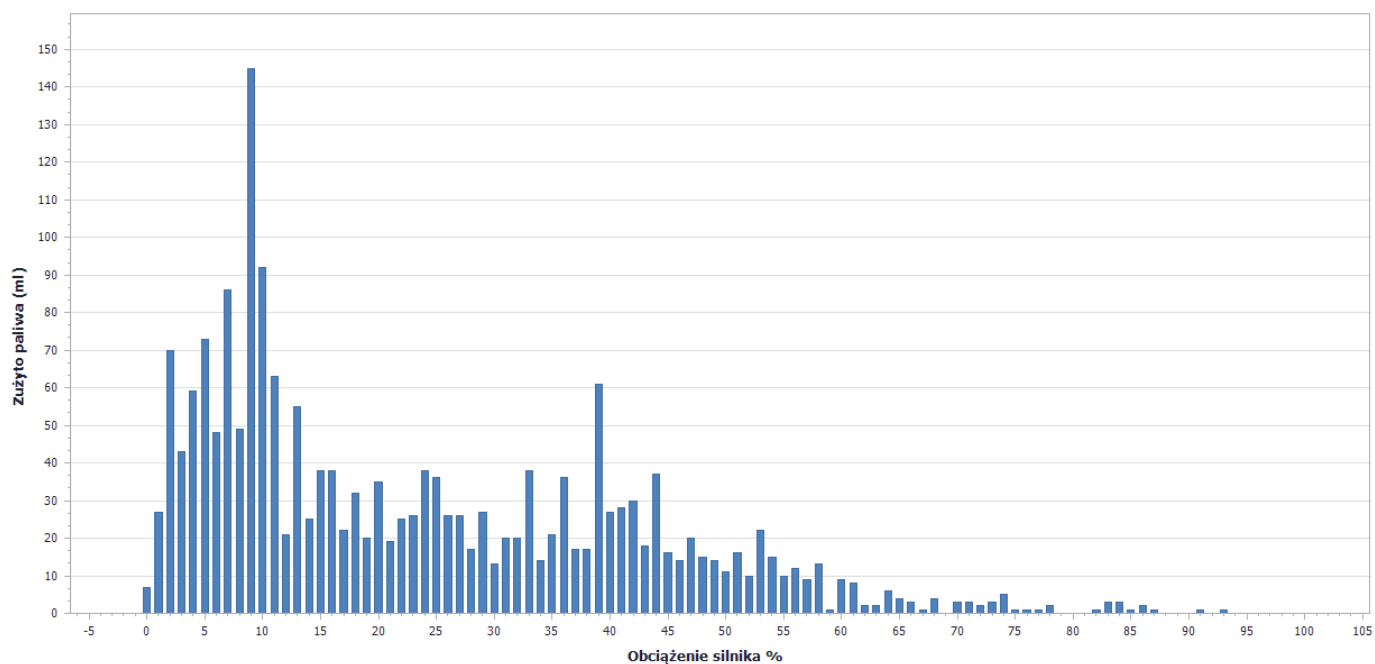


Rys. 34 Histogram zużycie paliwa według prędkości obrotowej silnika z etapu szkoleniowego. (Źródło własne)

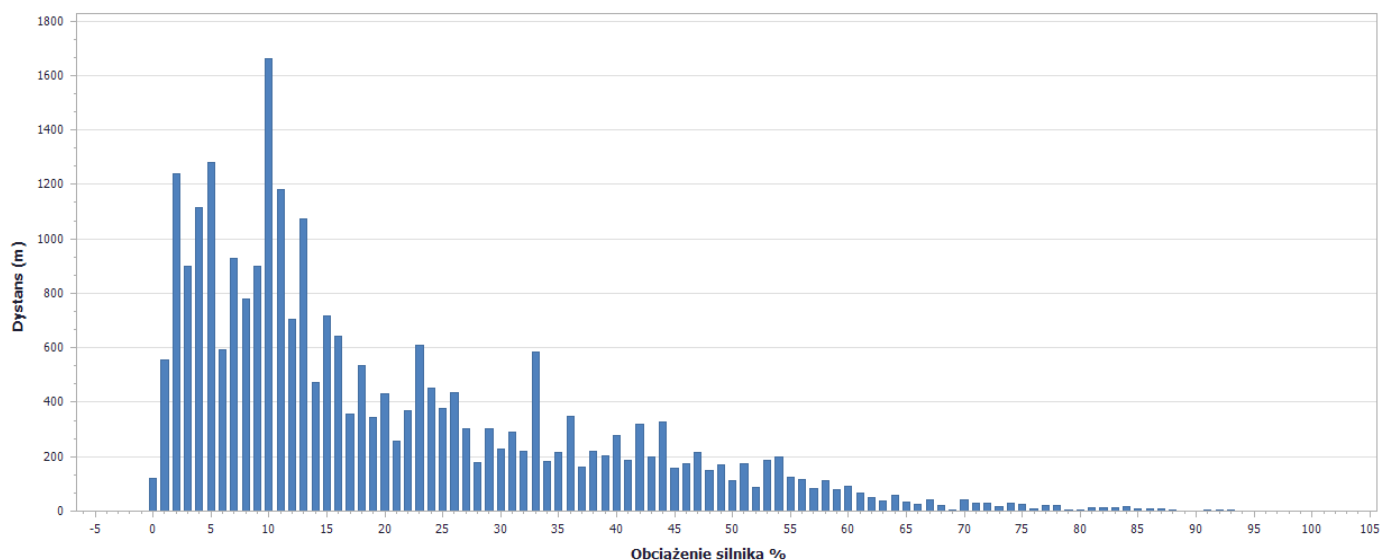


Rys. 35 Histogram przejechanych kilometrów według prędkości obrotowej silnika z etapu szkoleniowego. (Źródło własne)

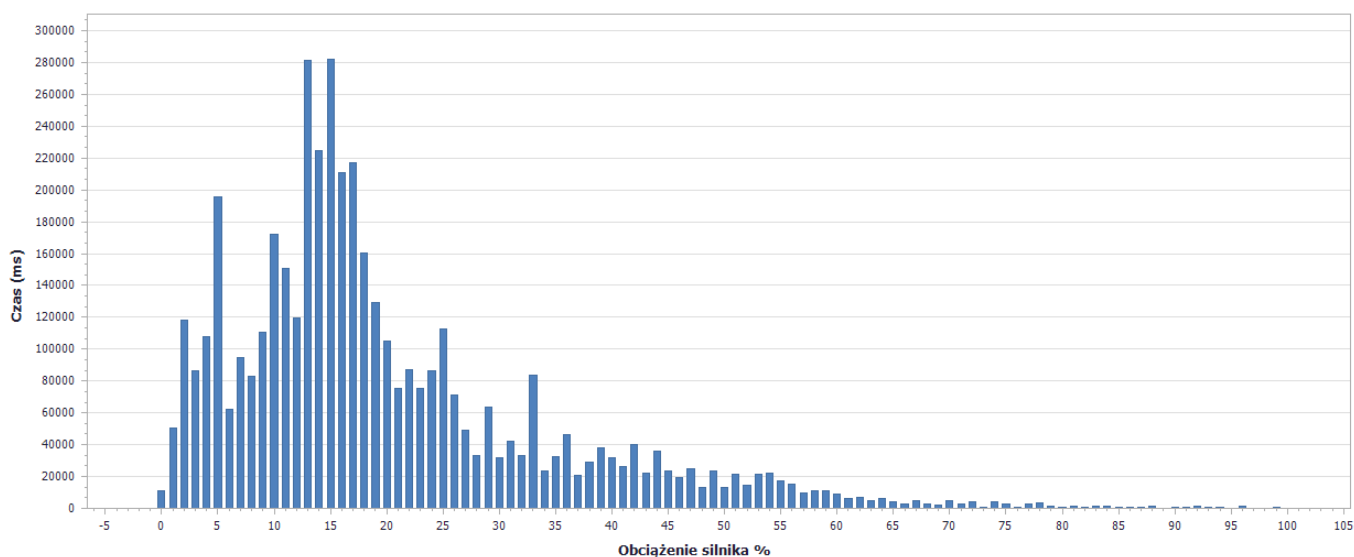
Porównując dane histogramów zużycia paliwa, dystansu oraz czasu według obciążenia silnika etapu szkoleniowego (Rys. X, X, X) z etapem kontrolnym, nie widać istotnych zmian dla danych parametrów.



Rys. 36 Histogram zużycie paliwa według obciążenia silnika z etapu szkoleniowego. (Źródło własne)



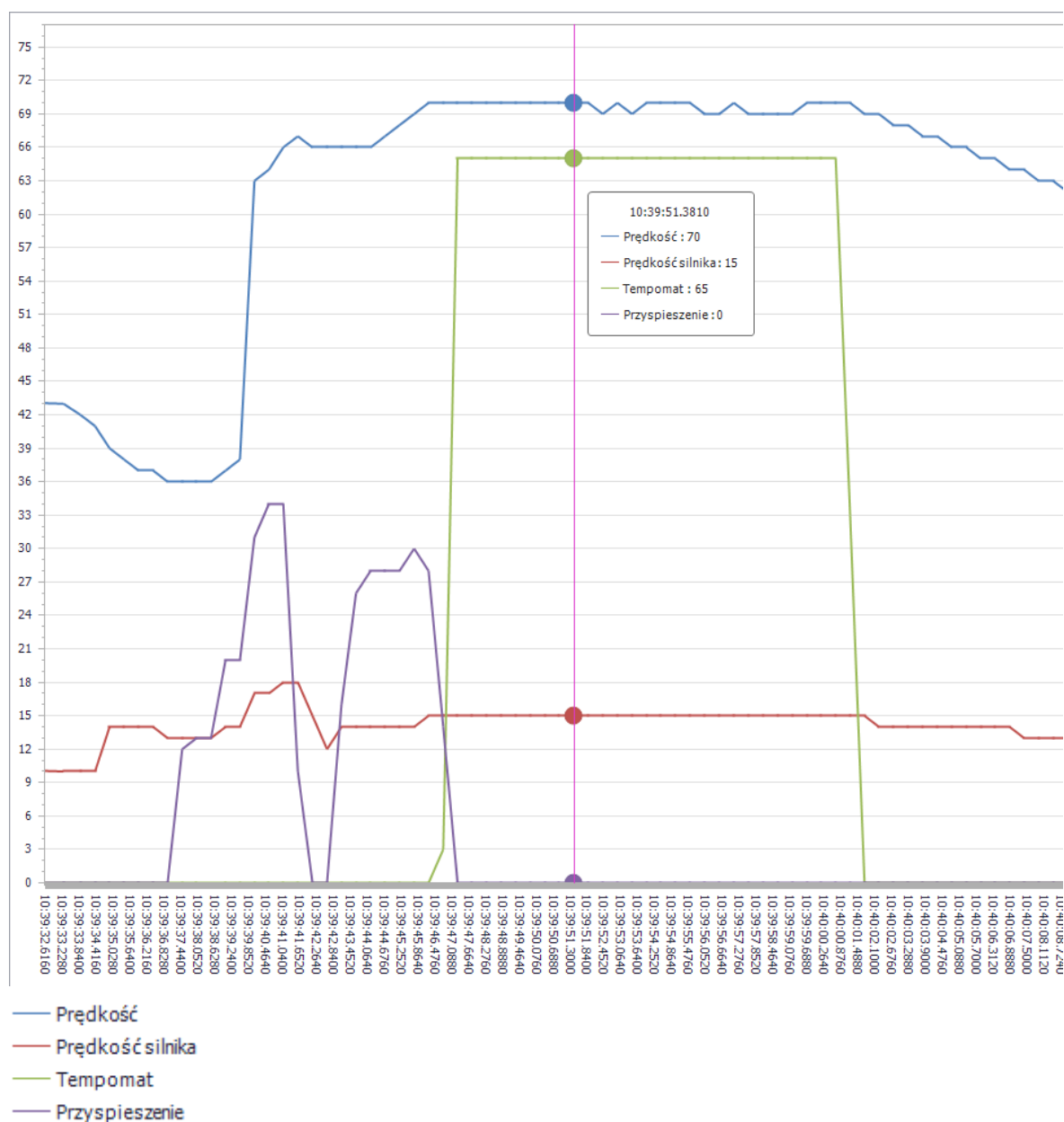
Rys. 37 Histogram przejechany kilometrów według obciążeniem silnika z etapu szkoleniowego. (Źródło własne)



Rys. 38 Histogram czas w trasie według obciążeniem silnika z etapu szkoleniowego. (Źródło własne)

Podczas dokonania porównania parametrów ilości przyspieszeń, optymalnego przyspieszenia pojazdu z tabeli podsumowań z etapu szkoleniowego (Tabela X) z analogicznymi danymi etapu kontrolnego, można powiedzieć że podczas szkolenia u badanego obiektu nie zmieniła się technika przyspieszenia pojazdu. Dlatego że przyspieszenie odbyła się w przerywanym tempie i wzrosło 17,4 periodów od średniego przyspieszenia na średnim odcinku trasy 6 kilometrów 374 metrów. To samo potwierdza analiza wykresów z poszczególnych dni etapu badania szkoleniowego. Otrzymane wyniki optymalnego przyspieszenia wyglądają tak: 0 kilometrów, 0 minut.

Przeciwnie do etapu kontrolnego w etapie szkoleniowym zauważono próbę użycie tempomatu przez 14 sekund (Tab. X) wizualizację danego zachowania można obserwować na wykresie X. Na danym wykresie widać że kierowca przyspieszył do 70 kilometrów na godzinę i włączył tempomat, dana prędkość oraz włączenie tempomatu pozwala twierdzić że było to celowe użycie tempomatu na bezprzeszkodłym odcinku trasy, a nie zwiększenie prędkości dla wyprzedzania pojazdu.



Rys.39 Wykres parametrów prędkości, prędkości obrotowej silnika, tempomata oraz przyspieszenia w czasie z etapu szkoleniowego. (Źródło własne)

Kolejnym parametrem do porównania jazdy kierowcy jest toczenie się, przedstawione w jednostkach czasowych oraz dystansowych. W trakcie badania szkoleniowego kierowca optymalnie hamował na zsumowanych odcinkach z pięciu dni przez 6 minuty 50 sekund na dystansie 5 kilometry 479 metry, stanowi to 17,19 % od całkowicie przejechanego dystansu. Optymalny dystan w trakcie szkolenia polepszył się 3,42%. Warto zauważyć że średnia ilość hamowań zmieniła się z 19,4 na 14,2.

Tabela 5. Podsumowanie zbioru szkoleniowych danych							
Nazwa, Jednostka	I dzień	II dzień	III dzień	IV dzień	V dzień	Średnia	Suma
Trasa, czas	00:17:08	00:18:54	00:15:33	00:16:14	00:13:54	00:16:21	01:21:43
Jazda, czas	00:14:23	00:16:05	00:11:21	00:11:32	00:09:30	00:12:34	01:02:51
Jazda, kilometry	5,771	7,637	7,010	6,001	5,453	6,374	31,872
Tempomat, czas	00:00:00	00:00:14	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:03	00:00:14
Tempomat, kilometry	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,002	0,011
Postój, czas	00:02:27	00:02:40	00:03:11	00:03:10	00:02:47	00:02:51	00:14:15
Postój, litry	0,024	0,007	0,019	0,035	0,061	0,0292	0,146
Zużycie paliwa, litry	0,367	0,488	0,472	0,54	0,428	0,459	2,295
Hamulec, licznik	19	17	12	13	10	14,2	71
Toczenia się, czas	00:00:39	00:00:18	00:00:45	00:04:05	00:01:03	00:01:22	00:06:50
Toczenia się, kilometry	1,069	1,208	1,144	1,119	0,939	1,0958	5,479
Optymalne przyspieszani, minuty	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
Optymalne przyspieszani, kilometry	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Przyspieszenie	166	104	108	121	99	119,6	598

Podsumowując porównanie techniki jazdy z dwóch etapów badania, można stwierdzić, że styl jazdy danego kierowcy polepszył się dla takich parametrów:

1. Użycie toczenia się do hamowania pojazdu.
2. Ilość hamowań.
3. Postój z włączonym silnikiem.

Parametry pozostałe bez zmian:

1. Brak aktywnego przyspieszenia.
2. Nie płynne, przyrywane naciśnięcie na pedał przyspieszenia.
3. Płynna zmiana biegu.
4. Dobre dostosowanie biegu do warunków jazdy.
5. Obserwacja prędkości obrotów silnika i dostosowywanie biegu do limitów prędkości obrotowej silnika.

Parametry pogorszyły się:

1. Ilość przyspieszeń.

Porównując dane z etapu kontrolnego oraz szkoleniowe można zauważyć że w danym okresie badania są zmiany w technice jazdy kierowcy, ale dość małe. Niestety, systemu szkoleniowego nie miał dużego wpływu na charakterystyki jazdy kierowcy. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na zbyt małe zmiany w etapie szkoleniowym jest mały okres eksperymentu oraz liczebność badanych obiektów.

Na danym etapie badany system szkolenia kierowców nie wywołuje istotnych zmian w technicy jazdy kierowcy, co mówi o potrzebie polepszenia danego systemu oraz kontynuacji badań.

Rozdział 5

Zakończenie

Dokonane badania miały charakter zaczątkowy, mimo to uzyskane wyniki potwierdzają dorzeczność dalszej kontynuacji udoskonalenia systemu oraz kolejnych badań i testów. Dany przykład systemu jest podstawą dla rozwinięcia i opracowania bardziej zaawansowanego i skutecznego sposobu kształcenia techniki jazdy kierowców. Kolejnym etapem badania będzie zwiększenie ilości badanych obiektów, zakresu czasowego oraz dystansów.

Dany rodzaj kształcenie kierowców może być wykorzystane nie tylko dla rutynowych tras kierowców indywidualnych, ale też dla kierowców samochodów dostawczych, tirów, ponieważ jest częstym zjawiskiem gdy dane kierowcę poruszają się trasami rutynowymi od punktu do punktu, dzień w dzień co pozwala na użycie badanego schematu kształcenia.

Spodziewanym celem jest użyciu danego systemu we flotach klientów firmy LeMobi. Pracownik firmy używającej danego systemu na końcu dnia/tygodnia/miesiąca będzie widział raporty oraz analizę jakości jazdy floty w postaci posortowanej listy kierowców według jakości stylu jazdy. Dla stymulacji kierowców wykonywania zaleceń systemu, firmom będzie proponowana wprowadzenie systemu dodatkowego wynagrodzenia dla 5 najlepszych kierowców miesiąca. Dane kierowca zostaną wybierane według przeprowadzonej analizy przez opracowany system. W efekcie dany system pozwoli obserwacje zużycie paliwa, zmiany emisji spalin oraz poprawienia się techniki jazdy kierowców. Dana procedura ma na celu zaszcześcić kierowcom floty nawyki ekonomicznego, ekologicznego oraz bezpiecznego wykorzystania pojazdu.

Na podstawie przeprowadzonych badań własnych oraz badań innych autorów można stwierdzić, że eco-driving poważnie wpływa na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych oraz emisji spalin. Dużą motywacją eco-jazdy jest znaczny wpływ na środowisko transportu z konwencjonalnym napędem i dlatego bardziej niż kiedykolwiek musimy być świadomi kluczowego związku między transportem, zdrowiem i środowiskiem. Należy jednak zaznaczyć, że to kierowca i jego sposób użytkowania pojazdu ma największy wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego, ograniczenie zużycia paliwa oraz zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery.

Bibliografia

Akty prawne

1. Rozporządzenie z dnia 9 maja 2014 r. *Ministra Infrastruktury i Rozwoju* Dz.U. 2014 poz. 594

Pozycje zwarte

2. Wilfried V., *A Comprehensible Guide to Controller Area Network*, Copperhill media corporation, USA Greenfield 2010,
3. Wilfried V., *A Comprehensible Guide to J1939*, Copperhill media corporation, USA Greenfield 2008,
4. Craig S., *The car hacker's handbook. A guide for the penetration tester*, No Starch Press, USA San Francisco 2016.

Artykuły

5. Caban J., Sopoćko M., Ignaciuk P., *ECO-DRIVING, PRZEGLĄD STANU ZAGADNIENIA*, red. D. Dziawgo, Wydawnictwo Instytut Naukowo-Wydawniczy "SPATIUM". sp. z o.o. 2017,
6. Thill S.¹, Riveiro M.¹, Lagerstedt E.¹, Lebram M.¹, Hemeren P.¹, Habibovic A.², Klingegård M.², Driver adherence to recommendations from support systems improves if the systems explain why they are given: A simulator study ,Wydawnictwo School of Informatics, 1. University of Skövde, 54128 Skövde, Sweden, 2. Research Institutes of Sweden, RISE Viktoria, Lindholmen Science Park, 41756 Göteborg, Sweden ,2018,
7. Rakotonirainy A.¹, Haworth N.¹, Saint-Pierre G.², Delhomme P.², Research issues in Eco-driving, 1. CARRS-Q Queensland University of Technology 2. IFSTTAR French Institute in science and technology of transport, June 2011
8. Rogaczewski R., Zimniewicz S., Zimny A., Transport i logistyka w przedsiębiorstwie, mieście i regionie. Wybrane zagadnienia, Wydawnictwo Naukowe Sophia Katowice 2017
9. Duschl M., Klinker G., Popiv D., Laquai F., Mariana R., Brideye visualization for assisting prospective driving, FISITA 2010 World Automotive Congress, Budapest 2010.

10. Popiv D., Bengler K., Rakic M., Duschl M., Laquai F., Reduction of fuel consumption by early anticipation and assistance of deceleration phases, FISITA 2010 World Automotive Congress, Budapest 2010.
11. Nocera S., Cavallaro F., Policy effectiveness for containing CO2 emissions in transportation, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2011
12. Paweł Słowiński, Rafał Burdzik, Piotr Fołęga, Eco-driving - nowe podejście do transportu w logistyce, Politechnika Śląska, Wydział Transportu, kwiecień 2016

Inne

13. <https://logistyczny.com/biblioteka/lancuch-dostaw/item/3295-styl-ecodriving>, dostęp dn. 02.10.2020,
14. <https://www.formula.pl/can-logistic> dostęp dn. 08.10. 2020,
15. https://www.webfleet.com/en_gb/webfleet/fleet-management/green-and-safe-driving/ dostęp dn. 08.10.2020,
16. <https://www.elmelectronics.com/help/obd/links/#hardware#ELM327> dostęp dn. 20.10.2020,
17. <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20140000594> dostęp dn. 17.04.2021,
18. [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) dostęp dn. 17.04.2021,
19. <https://www.acea.be/publications/article/report-vehicles-in-use-europe-january-2021> dostęp dn. 27.04.2021,
20. <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU19960530238> dostęp dn. 27.04.2021,
21. https://www.acea.auto/uploads/publications/ACEA_Report_Vehicles_in_use-Europe_2019.pdf dostęp dn. 27.04.2021,
22. <https://www.acea.auto/uploads/publications/report-vehicles-in-use-europe-january-2021.pdf> dostęp dn. 27.04.2021,
23. <https://www.acea.auto/figure/fuel-types-of-new-passenger-cars-in-eu/> dostęp dn. 27.04.2021,
24. <https://www.acea.auto/fuel-pc/fuel-types-of-new-cars-battery-electric-5-7-hybrid-18-4-petrol-42-2-market-share-in-q1-2021/> dostęp dn. 27.04.2021,
25. <https://www.car-engineer.com/stop-start-coasting-function-developed-bosch/> dostęp dn. 27.04.2021,

26. <https://www.boschaftermarket.com/za/en/services-and-support/news/news-articles/starters-and-alternators.html> dostęp dn. 27.04.2021,
27. <http://www.diagnostryka.net.pl/Vehicle-tire-pressure-monitoring-systems,81405,0,2.html> dostęp dn. 27.04.2021,
28. <https://www.wabco.co.za/downloads/catalogues/2017/add-ons/ivtm-for-commercial-vehicles.pdf> dostęp dn. 27.04.2021,
29. <https://pl.e-guide.renault.com/plk/Clio-4-ph2/RADY-DOTYCZACE-JAZDY-ECO> dostęp dn. 27.04.2021,
30. <https://www.continental-automotive.com/getattachment/8f2dedad-b510-4672-a005-3156f77d1f85/EMISSIONBOOKLET%202019.pdf> dostęp dn. 27.04.2021,
31. https://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II_PIDs dostęp dn. 27.04.2021,
32. <https://navimantelematics.com/> dostęp dn. 27.04.2021,
33. <https://www.satisgps.com/dlaczego-satis/ecodriving/> dostęp dn. 27.04.2021,

Spis tabel

Tabela 1. Zbiór parametrów.....	28
Tabela 2. Zbiór parametrów dla histogramu.....	29
Tabela 3. Założenia podstawowe.....	32
Tabela 4. Podsumowanie zbioru kontrolnych danych	50
Tabela 5. Podsumowanie zbioru szkoleniowych danych	58

Spis rysunków (ilustracji)

Rysunek 1. Ilość pojazdów w użyciu.....	5
Rysunek 2. Nowe samochody w UE według rodzaju paliwa.....	5
Rysunek 3. Komercyjny systym monitorujący ciśnienia w ponach.....	12
Rysunek 4. Wskaźnik zmiany biegu oraz stylu jazdy.....	13
Rysunek 5. Raport najwyższych wartości OptiDrive z systemu Webfleet.....	15
Rysunek 6. Raport eko-jazdy dla kierowców floty z systemu Webfleet.....	15
Rysunek 7. Podsumowujący raport eko-jazdy z systemu Webfleet cz.1.....	16
Rysunek 8. Podsumowujący raport eko-jazdy z systemu Webfleet cz.2.....	16
Rysunek 9. Raport parametry gazu, hamulca z systemu NaviMan	17
Rysunek 10. NaviMan raport obrotów silnika względem biegu oraz prędkości.....	17
Rysunek 11. Analiza stylu jazdy z systemu NaviMan.....	18
Rysunek 12. Ewolucja europejskich limitów emisji spalin silników dieslowych.....	20
Rysunek 13. Ewolucja europejskich limitów emisji spalin silników benzynowych...	20
Rysunek 14. Port OBD2.....	24
Rysunek 15. Urządzenie ELM327 do samochodu osobowego.....	24
Rysunek 16. Komunikacja między smartfonem a portem OBD.....	25
Rysunek 17. Wizualny interfejs modułu eko-jazdy w aplikacji CabMan	27
Rysunek 18. Schemat przepływu danych w module jazdy ekonomicznej.....	32
Rysunek 19. Przepływ danych między poszczególnymi częściami systemu.....	35
Rysunek 20. Aplikacja desktopowa do przeglądania raportów.....	36
Rysunek 21. Filtr wyszukiwania modułu raportującego.....	37
Rysunek 22. Wizualizacja danych w postaci histogramów.....	38
Rysunek 23. Wizualizacja danych w postaci czartów.....	38

Rysunek 24. Podsumowania z trasy.....	39
Rysunek 25. Trasa rutynowa.....	42
Rysunek 26. Histogram czasu według prędkości obrotowej silnika z etapu kontrolnego	45
Rysunek 27. Histogram zużycie paliwa według prędkości obrotowej silnika z etapu kontrolnego	45
Rysunek 28. Histogram przejechanych kilometrów według prędkości obrotowej silnika z etapu kontrolnego.....	46
Rysunek 29. Histogram zużycie paliwa według obciążenia silnika z etapu kontrolnego	47
Rysunek 30. Histogram przejechany kilometrów według obciążeniem silnika z etapu kontrolnego.....	47
Rysunek 31. Histogram czas w trasie według obciążeniem silnika z etapu kontrolnego	48
Rysunek 32. Wykres parametrów prędkości, hamulca oraz przyspieszenia w czasie z etapu kontrolnego.....	50
Rysunek 33. Histogram czasu w trasie według prędkości obrotowej silnika z etapu szkoleniowego.....	54
Rysunek 34. Histogram zużycie paliwa według prędkości obrotowej silnika z etapu szkoleniowego.....	54
Rysunek 35. Histogram przejechanych kilometrów według prędkości obrotowej silnika z etapu szkoleniowego.....	55
Rysunek 36. Histogram zużycie paliwa według obciążenia silnika z etapu szkoleniowego	55
Rysunek 37. Histogram przejechany kilometrów według obciążeniem silnika z etapu szkoleniowego.....	56
Rysunek 38. Histogram czas w trasie według obciążeniem silnika z etapu szkoleniowego	56
Rysunek 39. Wykres parametrów prędkości, prędkości obrotowej silnika, tempomata oraz przyspieszenia w czasie z etapu szkoleniowego.....	58