

Porównanie samochodów hybrydowych z samochodami z silnikami spalinowymi, z uwzględnieniem sytuacji na polskim rynku motoryzacyjnym

Rafał Gromulski, Zbigniew Lozia

Celem pracy jest porównanie oferowanych na polskim rynku samochodów hybrydowych z ich odpowiednikami wyposażonymi w silniki spalinowe. Porównania dokonano na podstawie przyjętych 12 kryteriów. Wybrano 27 modeli pojazdów hybrydowych oraz ich odpowiedniki z silnikami spalinowymi. Uwzględniono poziom sprzedaży tych samochodów w Polsce.

Słowa kluczowe: samochody hybrydowe, samochody z silnikami spalinowymi, porównanie

Wstęp

Wprowadzenie europejskiego standardu emisji spalin, ustalającego dopuszczalne wydzielanie gazów spalinowych przez pojazdy sprzedawane na terenie Unii Europejskiej oraz limitów emisji dwutlenku węgla dla nowych samochodów osobowych wdrożonych przez Unię Europejską w 2007 roku w ramach strategii zmniejszania wydzielania gazów cieplarnianych, spowodowało konieczność wdrożenia zmian w konstrukcji nowych pojazdów przez ich producentów. Zastosowano [19] „downsizing” silników spalinowych, podwyższono udział silników zasilanych paliwami alternatywnymi w całkowitej liczbie silników poprzez stosowanie gazowych paliw węglowodorowych (propan-butan, gaz ziemny), alkoholi (metanol, etanol), wodoru oraz zwiększono liczebność na rynku modeli samochodów z alternatywnymi układami napędowymi (pojazdy hybrydowe oraz elektryczne). Od roku 2015, zgodnie z rozporządzeniem EC 443/2009, poziom wydzielania dwutlenku węgla może wynosić maksymalnie 130 g/km (około 5,6 dm³ benzyny lub 4,9 dm³ oleju napędowego na 100 km [4]). Jest to średnia emisja dwutlenku węgla z floty nowo zarejestrowanych pojazdów każdego z producentów. Spełniając te wymagania, producenci pojazdów wprowadzili do sprzedaży samochody z alternatywnymi układami napędowymi (samochody elektryczne i hybrydowe). Koncern Toyota Motor Europe (marki: Toyota, Lexus), dzięki wprowadzeniu na rynek samochodów z hybrydowym układem napędowym ograniczył średnią emisję CO₂ z 132 g/km w 2009 roku do 113 g/km w roku 2014 [19,13].

W niniejszej publikacji porównano samochody hybrydowe i z silnikami spalinowymi (pojazdy konwencjonalne) na podstawie przyjętych kryteriów porównawczych. Porównanie obu rodzajów pojazdów nastąpiło z uwzględnieniem sytuacji na polskim rynku motoryzacyjnym.

1. Wybrane do porównania samochody z napędem hybrydowym i ich odpowiedniki z silnikami spalinowymi

Dobierając pojazdy do porównania (patrz tabela 1) starano się, aby pojazdy były z tego samego segmentu rynkowego, miały taką samą lub porównywalną moc całkowitą, ten sam typ nadwozia, rodzaj napędu (na koła przednie, na tylne lub na wszystkie) i skrzyni biegów (manualną lub automatyczną), były to te same modele pojazdu, ale z różnymi źródłami napędu i układami napędowymi. Dla 10 modeli samochodów hybrydowych dostępnych na polskim rynku motoryzacyjnym nie zostały znalezione odpowiedniki w postaci samochodów konwencjonalnych. Wynika to z występowania tych modeli wyłącznie w wersjach hybrydowych (BMW i3 REX, BMW i8, Lexus CT, Toyota Prius, Toyota Prius +) lub braku możliwości znalezienia pojazdów o porównywalnych parametrach technicznych (Infiniti Q50 Hybrid, Lexus GS 450h, Lexus NX 300h, Mercedes S 300 Hybrid, Mercedes S 400 Hybrid).

2. Przyjęte kryteria porównawcze

Przyjęto, oznaczone numerami 1-12, kryteria porównawcze samochodów hybrydowych i ich tradycyjnych odpowiedników, wraz z jednostkami, w których są wyrażane:

1. moc całkowita [kW (KM)],
2. moc silnika spalinowego [kW (KM)],
3. pojemność skokowa silnika spalinowego [dm³ (l)],
4. moc silnika elektrycznego [kW (KM)],
5. prędkość maksymalna [km/h],
6. czas rozpędzania od 0 do 100 km/h [s],
7. średnie zużycie paliwa [dm³/100 km (l/100 km)],
8. emisja dwutlenku węgla (CO₂) [g/km],
9. długość całkowita [mm],
10. standardowa pojemność bagażnika [dm³ (l)],
11. masa własna [kg],
12. cena detaliczna [zł].

Tabela 1. Zestawienie pojazdów hybrydowych wraz z odpowiadającymi im samochodami konwencjonalnymi (na podstawie [12])

Pojazd hybrydowy	Pojazd z silnikiem spalinowym	Segment
BMW i3 REX	-	B
Honda Jazz Hybrid	Honda Jazz	B
Toyota Yaris Hybrid 100	Toyota Yaris	B
Audi A3 e-tron	Audi A3	C
BMW 2 Active Tourer 225xe	BMW 2 Active Tourer 225i	C
Lexus CT	-	C
Toyota Auris Hybrid	Toyota Auris	C
Toyota Prius	-	C
Toyota Prius +	-	C
BMW 3 330e	BMW 3 330i	D
DS DS5 Hybrid 4	DS DS5	D
Ford Mondeo Hybrid	Ford Mondeo	D
Infiniti Q50 Hybrid	-	D
Lexus IS 300h	Lexus IS 200t	D
Lexus NX 300h	-	D
Lexus RC 300h	Lexus RC 200t	D
Mercedes C 300 Hybrid	Mercedes C 250	D
Mercedes C 350e	Mercedes C 250	D
Mitsubishi Outlander + PHEV	Mitsubishi Outlander +	D
Volvo V60 Hybrid	Volvo V60	D
BMW 5 ActiveHybrid 5	BMW 5 535i	E
BMW X5 xDrive40e	BMW X5 xDrive35i	E
Infiniti Q70 Hybrid	Infiniti Q70	E
Land Rover Range Rover Sport Hybrid	Land Rover Range Rover Sport	E
Lexus GS 300h	Lexus GS 200t	E
Lexus GS 450h	-	E
Lexus RX 450h	Lexus RX 200t	E
Mercedes E 300 Hybrid	Mercedes E 250	E
Mercedes GLE 500 e 4MATIC	Mercedes GLE 400 4MATIC	E
Porsche Cayenne II S E-Hybrid	Porsche Cayenne II S	E
Volvo XC 90 Hybrid	Volvo XC 90	E
BMW i8	-	F
Lexus LS 600h	Lexus LS 460	F
Mercedes S 300 Hybrid	-	F
Mercedes S 400 Hybrid	-	F
Mercedes S 500 Plug-In-Hybrid	Mercedes S 500	F
Porsche Panamera S E-Hybrid	Porsche Panamera 2016 S	F

3. Wyniki porównania

Moc całkowita była pierwszym warunkiem brany pod uwagę przy doborze do porównania pojazdów hybrydowych i konwencjonalnych, dostępnych na polskim rynku motoryzacyjnym. Starano się, aby ich moce całkowite przyjmowały porównywalne wartości. Jeśli nie było to możliwe, pod uwagę brana była moc silnika spalinowego zamontowanego w pojeździe lub jego pojemność skokowa.

Wśród porównywanych pojazdów tylko dwie pary posiadają taką samą moc całkowitą. Są nimi: BMW 3 330e i BMW 3 330i (185 kW = 252 KM) oraz Mercedes E 300 Hybrid i Mercedes E 250 (150 kW = 204 KM). Natomiast 16 aut z

hybrydowym układem napędowym ma moc całkowitą większą niż ich odpowiedniki z silnikami spalinowymi.

W większości przypadków moce silników spalinowych pojazdów hybrydowych są mniejsze niż pojazdów konwencjonalnych. Tylko w trzech przypadkach występuje sytuacja odwrotna – wtedy największa dodatnia różnica wynosi 18 kW (25 KM) dla: Lexusa RX 450h Elite (193 kW = 263 KM) i Lexusa RX 200t Elite (175 kW = 238 KM). W 6 przypadkach moc jest taka sama, a w 18 mniejsza w pojeździe hybrydowym. Największa, co do modułu, różnica wynosi -90 kW (-123 KM) dla: Mercedesa S 500 Plug-In-Hybrid (245 kW = 333 KM) i Mercedesa S 500 (335 kW = 456 KM). Dzięki użyciu elektrycznego źródła napędu w pojazdach hybrydowych możliwe jest zmniejszenie mocy zamontowanego w pojeździe silnika spalinowego, przy uzyskaniu mocy całkowitej równej lub większej niż w samochodzie z silnikiem spalinowym.

Wśród grupy 27 par porównywanych pojazdów, 6 hybryd ma pojemności skokowe silników mniejsze niż u konwencjonalnych odpowiedników, 8 większe, a 13 takie same (7 z nich ma większą moc całkowitą niż konwencjonalne). Dla pojazdów hybrydowych (których pojemność silnika jest mniejsza niż u spalinowych odpowiedników) największa, co do modułu, różnica wynosi -1,7 dm³ (l) dla: Mercedesa S 500 Plug-In-Hybrid (3 dm³, l) i Mercedesa S 500 (4,7 dm³, l), a najmniejsza 0,1 dm³ (l) dla: Hondy Jazz Hybrid Comfort (1,3 dm³, l) i Hondy Jazz Comfort Plus (1,4 dm³, l). Zmniejszenie pojemności skokowej hybrydowej Hondy Jazz nie wpływa w znaczący sposób na jej moc całkowitą: Honda Jazz Hybrid Comfort (75 kW = 102 KM) i Honda Jazz Comfort Plus (74 kW = 100 KM). Zastosowanie w pojazdach hybrydowych silników elektrycznych umożliwia zmniejszenie pojemności skokowej silników spalinowych przy zachowaniu lub zwiększeniu mocy całkowitej tych samochodów.

Średnia moc silnika elektrycznego zainstalowanego w pojeździe hybrydowym wynosi 68 kW (92 KM). Jednostka elektryczna o największej mocy została zastosowana w: Lexusie LS 600h Elite (165 kW = 224 KM), a najmniejsza w: Hondzie Jazz Hybrid Comfort (10 kW = 14 KM). Zamontowanie elektrycznego źródła napędu o dużej mocy oraz umiejscowienie w pojeździe jednostki spalinowej o zwiększonej pojemności skokowej (5 dm³ zamiast 4,6 dm³ w konwencjonalnym odpowiedniku) umożliwia zwiększenie mocy całkowitej Lexusa LS 600h Elite do 327 kW (445 KM) oraz osiągnięcie przez niego mniejszego czasu rozpędzenia. Pomimo zastosowania w samochodzie Lexusa z silnikiem spalinowym źródła napędu o większej pojemności skokowej (5 dm³ a nie 4,6 dm³), nie powoduje to znaczącego wzrostu mocy jednostki spalinowej (w aucie hybrydowym 290 kW = 394 KM, a 285 kW = 387 KM w konwencjonalnym). Umiejscowienie w Hondzie Jazz Hybrid Comfort elektrycznej jednostki napędowej o mocy 10 kW (14 KM) umożliwia zastosowanie silnika spalinowego o mniejszej pojemności skokowej (1,3 dm³ a nie 1,4 dm³) oraz mniejszej mocy 65 kW = 88 KM a nie 74 kW = 100 KM, jak w konwencjonalnym odpowiedniku. Zabieg ten nie wpływa na prędkość maksymalną pojazdu ani w znaczący sposób na moc całkowitą (75 kW = 102 KM, a nie 74 kW = 100 KM, jak w konwencjonalnym).

Prędkość maksymalna pojazdu hybrydowego jest średnio o 12,6 km/h mniejsza niż pojazdu konwencjonalnego. Tylko w dwóch przypadkach pojazd hybrydowy jest szybszy niż jego spalinowy odpowiednik: Audi A3 Attraction e-tron (202 km/h) i Audi A3 Attraction (200 km/h) oraz Volvo V60 Momentum Hybrid (230 km/h) i Volvo V60 Momentum (225 km/h). Wynika to z większej mocy całkowitej tych pojazdów: Audi A3 Attraction e-tron (150 kW = 204 KM) i Audi A3 Attraction (110 kW = 150 KM), Volvo V60 Momentum Hybrid (212 kW = 288 KM) i Volvo V60 Momentum (165 kW = 225 KM). W 9 przypadkach prędkość maksymalna aut hybrydowych i konwencjonalnych jest taka sama. Największa, co do modułu,

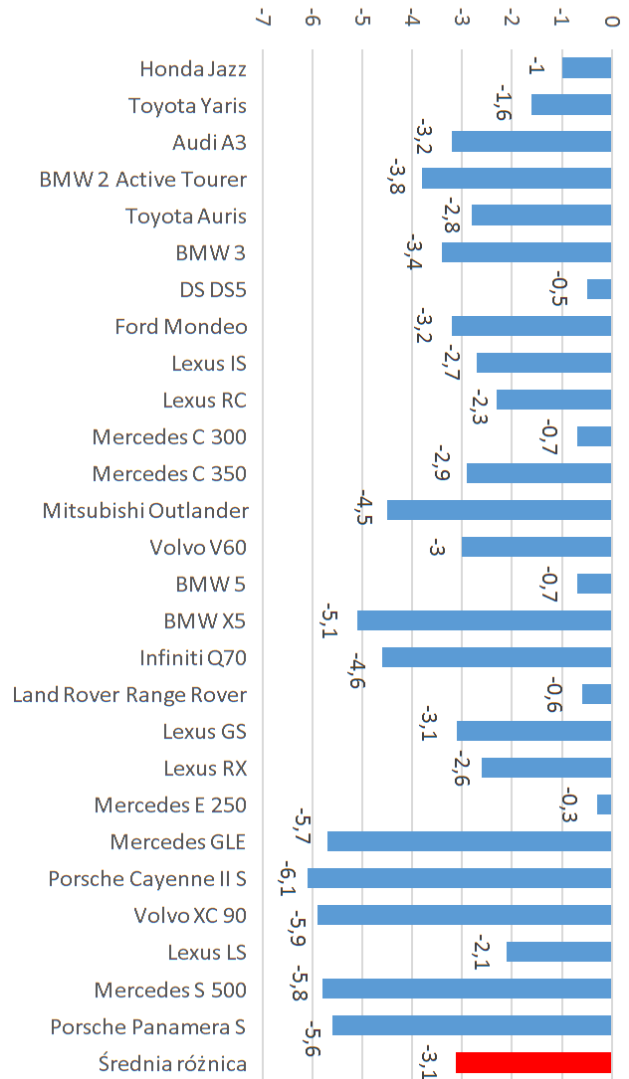
różnica pomiędzy prędkością maksymalną hybrydy i auta z silnikiem spalinowym wynosi -45km/h dla: Forda Mondeo Vignale Hybrid (187 km/h) i Forda Mondeo Vignale (232 km/h). Biorąc pod uwagę segmenty rynkowe, największa, co do modułu, różnica występuje dla pojazdów z segmentu C (-20,3 km/h), a najmniejsza z B (-5 km/h). Na mniejszą średnią prędkość maksymalną pojazdów z hybrydowym układem napędowym ma także wpływ większa masa tych pojazdów (średnio o 125 kg).

Czas rozpędzania pojazdów hybrydowych w 14 przypadkach przyjmuje większą wartość niż samochodów z silnikami spalinowymi. Różnica pomiędzy średnim czasem rozpędzania obu rodzajów aut wynosi (średnio) -0,12 s (czyli na korzyść auta z hybrydowym układem napędowym). Wśród zestawionych par samochodów nie ma takiej, gdzie czas rozpędzania pojazdu hybrydowego jak i z silnikiem spalinowym przyjmuje taką samą wartość. Największa różnica, co do modułu, w czasie rozpędzania (w sytuacji, gdy pojazd hybrydowy ma mniejszy czas rozpędzania od konwencjonalnego) wynosi -1,8 s dla: Lexusa RX 450h Elite (7,7 s) i Lexusa RX 200t Elite (9,5 s), a najmniejsza -0,2 s dla: Mercedesa C 300 Hybrid (6,4 s) i Mercedesa C 250 (6,6 s). Największa różnica, co do modułu, wynosi -0,80 s w segmencie B, a najmniejsza -0,02 s w D. Natomiast w segmencie F, inaczej niż w segmentach od B do E, czas rozpędzania samochodów z silnikami spalinowymi ma mniejszą wartość niż samochodów hybrydowych. Różnica ta wynosi 0,4 s. Wpływ na mniejszy czas rozpędzania samochodu hybrydowego ma zastosowanie silnika elektrycznego, wspomagającego pracę jednostki spalinowej.

Na rys. 1 przedstawiono różnice pomiędzy średnim zużyciem paliwa samochodów hybrydowych i konwencjonalnych. Zużycie paliwa dla pojazdu hybrydowego jest niższe niż dla samochodu konwencjonalnego o wartość (średnią) równą 3,1 dm³ (l). Największa, co do modułu, różnica wynosi -6,1 dm³ (l) dla: Porsche Cayenne II S E-Hybrid (3,4 dm³, l) i Porsche Cayenne II S (9,5 dm³, l), a najmniejsza -0,3 dm³ (l) dla Mercedesa E 300 Hybrid (4,2 dm³, l) i Mercedesa E 250 (4,5 dm³, l). Biorąc pod uwagę różnice w średnim zużyciu paliwa przez auta z poszczególnych segmentów rynkowych, można stwierdzić, że najmniejsza, co do modułu, różnica występuje w segmencie B (-1,3 dm³), a największa w F (-4,5 dm³). Może mieć to związek z tym, że pojazdy z segmentu rynkowego F mają znacznie większe moce całkowite niż pojazdy z segmentu B.

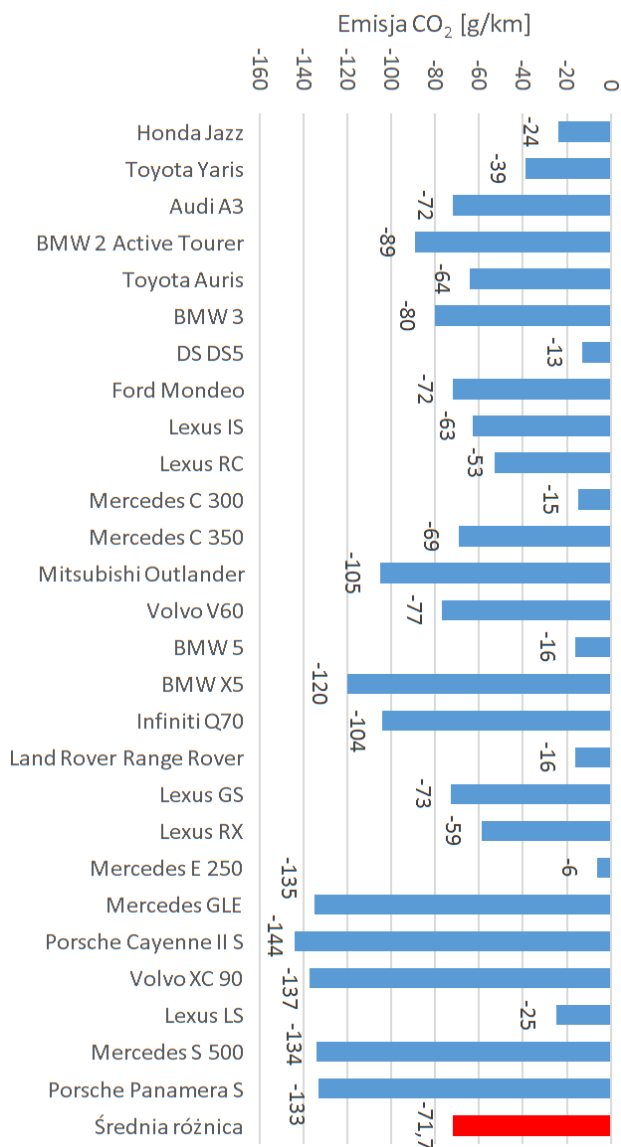
Jak się należało spodziewać, ilość emitowanego przez samochody hybrydowe dwutlenku węgla (CO₂) okazała się we wszystkich przypadkach mniejsza niż emisja tego gazu przez pojazdy konwencjonalne. Na rys. 2 przedstawiono różnice pomiędzy emisją dwutlenku węgla samochodów z hybrydowym układem napędowym i z silnikami spalinowymi. Różnica ta wynosi (średnio) -71,7 g/km. Największa, co do modułu, różnica sięga -144 g/km dla samochodów: Porsche Cayenne II S E-Hybrid (79 g/km) i Porsche Cayenne II S (223 g/km), co może wynikać m.in. z większej pojemności skokowej tego drugiego modelu: Porsche Cayenne II S E-Hybrid (3 dm³, l) i Porsche Cayenne II S (3,6 dm³, l). Natomiast najmniejsza, co do modułu, wartość to -6 g/km dla: Mercedesa E 300 Hybrid (110 g/km) i Mercedesa E 250 (116 g/km). Biorąc pod uwagę średnią różnicę w emisji CO₂ w poszczególnych segmentach, można stwierdzić, że największa, co do modułu, występuje w segmencie F (-97 g/km), a najmniejsza w B (-31,5 g/km).

Średnie zużycie paliwa [dm³/100 km]



Rys. 1. Różnice pomiędzy średnim zużyciem paliwa samochodów hybrydowych i konwencjonalnych

Większość porównywanych ze sobą samochodów hybrydowych i z silnikami spalinowymi nie różni się między sobą długością całkowitą. Jedynymi wyjątkami są: Porsche Cayenne II S E-Hybrid (4846 mm) i Porsche Cayenne II S (4855 mm). W tym przypadku wersja hybrydowa jest krótsza o 9 mm od swojego konwencjonalnego odpowiednika. Jednakowa długość pojazdów hybrydowych i konwencjonalnych lub mała różnica w ich długości (Porsche Cayenne) wskazują, że zmiany w układzie napędowym oraz umieszczenie dodatkowych urządzeń (np. akumulatorów) nie wpływają na konieczność wydłużenia pojazdów z hybrydowym układem napędowym.

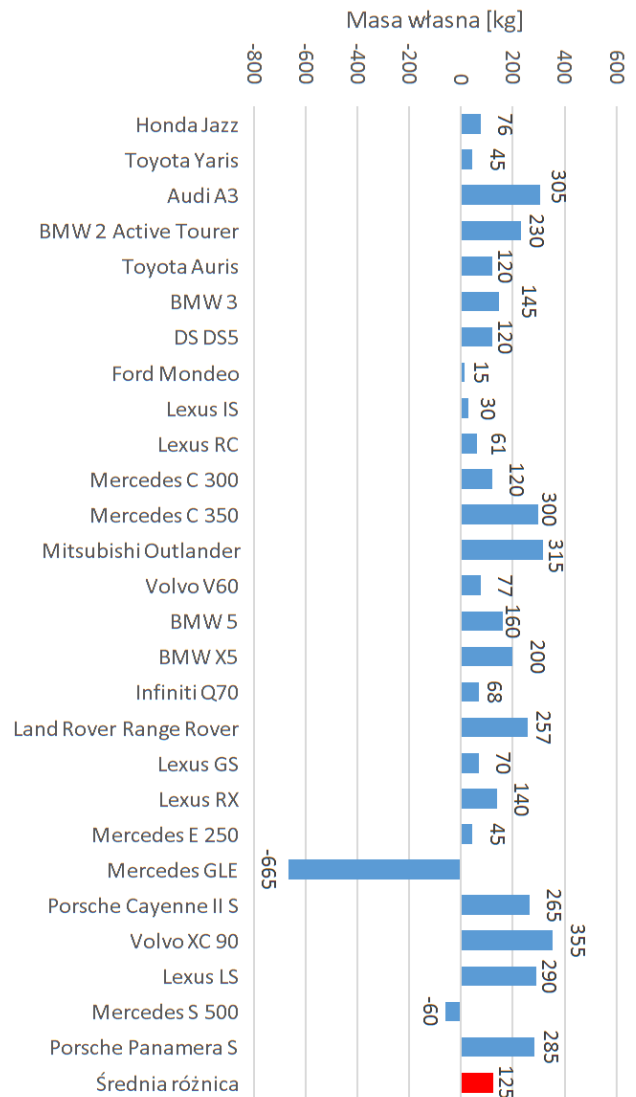


Rys. 2. Różnice pomiędzy emisją dwutlenku węgla samochodów z hybrydowym układem napędowym i z silnikami spalinowymi

Kolejne kryterium porównawcze to pojemność bagażników pojazdów hybrydowych i konwencjonalnych. Spośród porównywanych ze sobą par pojazdów, 12 nie różni się pod tym względem. W jednym przypadku pojazd hybrydowy dysponuje większą pojemnością niż jego konwencjonalny odpowiednik: Lexus RC 300h Elegance (423 dm³, I) i Lexus RC 200t Elegance (374 dm³, I). Natomiast wśród reszty zestawionych ze sobą pojazdów, średnia pojemność bagażnika samochodu hybrydowego jest mniejsza niż samochodu z silnikiem spalinowym - średnio o 45 dm³ (I). Największa, co do modułu, różnica wynosi -158 dm³ (I) dla: Forda Mondeo Vignale Hybrid (383 dm³, I) i Forda Mondeo Vignale (541 dm³, I). Biorąc pod uwagę poszczególne segmenty pojazdów, można stwierdzić, że największa, co do modułu, różnica wynosi -83,3 dm³ (I) w segmencie F, a najmniejsza -18,5 dm³ (I) w B. Konieczność umiejscowienia akumulatorów oraz dodatkowych elementów w układzie napędowym wpływa na zmniejszenie pojemności bagażnika w pojeździe hybrydowym. Mniejsza średnia pojemność bagażników aut z wyższych segmentów może natomiast wiązać się z zainstalowaniem większej liczby

akumulatorów do zasilania dużych silników elektrycznych w pojazdach hybrydowych (np. w segmencie F elektryczne źródła napędu o mocy: 70 kW = 95 KM, 85 kW = 116 KM i 165 kW = 224 KM).

Na rys. 3 przedstawiono różnice pomiędzy masami własnymi samochodów hybrydowych i konwencjonalnych. Spośród porównywanych ze sobą pojazdów tylko dwa z hybrydowym układem napędowym są lżejsze od swoich spalinowych odpowiedników.



Rys. 3. Różnice pomiędzy masami własnymi samochodów hybrydowych i konwencjonalnych

Wyjątkami są: Mercedes S 500 Plug-In-Hybrid (1880 kg) i Mercedes S 500 (1940 kg), Mercedes GLE 500 e 4MATIC (1390 kg) i Mercedes GLE 400 4MATIC (2055 kg). W pierwszym przypadku większa masa własna auta konwencjonalnego może wynikać z umieszczenia w nim jednostki napędowej o większej pojemności skokowej (4,7 dm³ a nie 3 dm³). Różnica pomiędzy średnią masą własną samochodu hybrydowego a z silnikiem spalinowym wynosi średnio 125 kg. Najmniejsza różnica pomiędzy masą własną porównywanych samochodów wynosi 15 kg dla: Forda Mondeo Vignale Hybrid (1504 kg) i Forda Mondeo Vignale (1489 kg), a największa 355 kg dla: Volvo XC 90 Momentum Hybrid (1925

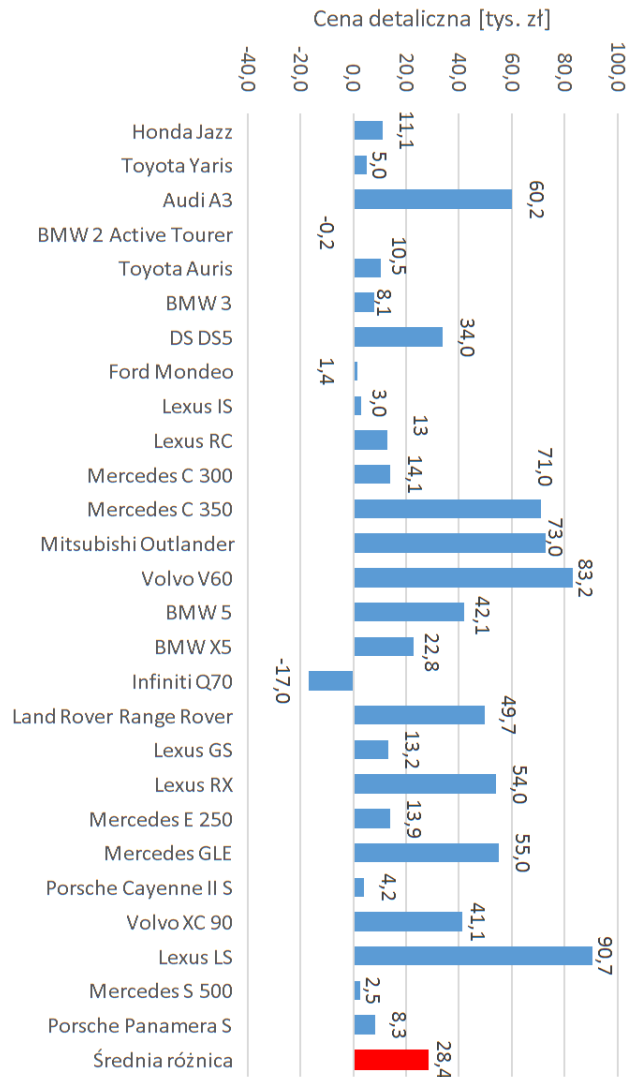
kg) i Volvo XC 90 Momentum (2230 kg). Biorąc pod uwagę segmenty rynkowe pojazdów, to największa różnica pomiędzy masą własną samochodu hybrydowego, a konwencjonalnego występuje dla pojazdów z segmentu C (218 kg), a najmniejsza z B (61 kg). Większa masa własna aut hybrydowych w porównaniu do pojazdów z silnikami spalinowymi wiąże się z koniecznością umiejscowienia w pojeździe akumulatorów oraz dodatkowych elementów układu napędowego.

Istotnym kryterium oceny samochodu jest jego cena detaliczna. Na rys. 4 przedstawiono różnice pomiędzy cenami detalicznymi samochodów hybrydowych i konwencjonalnych. Różnice te są w większości dodatnie. Różnica pomiędzy średnią ceną auta hybrydowego, a konwencjonalnego wynosi 28439 zł. Wyjątkiem są dwie pary porównywanych pojazdów, gdzie koszt zakupu pojazdów z silnikami spalinowymi jest większy: BMW 2 Active Tourer 225xe (156000 zł) i BMW 2 Active Tourer 225i (156200 zł) oraz Infiniti Q70 Hybrid (271500 zł) i Infiniti Q70 Sport Tech (288500 zł). Największa dodatnia różnica pomiędzy ceną samochodu hybrydowego, a z silnikiem spalinowym wynosi 90700 zł dla: Lexusa LS 600h Elite (539900 zł) i Lexusa LS 460 Elite (449200 zł), a najmniejsza 1400 zł dla: Forda Mondeo Vignale Hybrid (152000 zł) i Forda Mondeo Vignale (150600 zł). Największa różnica występuje wśród pojazdów z segmentu F (33819 zł), a najmniejsza z B (8050 zł), przy czym różnice cen pojazdów z segmentów od D do F są dużo większe niż z segmentu B.

4. Uwzględnienie sytuacji na polskim rynku motoryzacyjnym

W pierwszym półroczu 2015 roku zarejestrowano w Polsce 2458 nowych samochodów hybrydowych [6]. Jest to o 51% więcej niż w analogicznym okresie 2014 roku. Dla porównania w pierwszej połowie 2015 roku zarejestrowano 175489 nowych samochodów (wzrost o 16,2% w stosunku do identycznego okresu 2014 roku) [6, 7, 12]. Analizując przywołane dane można dojść do wniosku, że dynamika sprzedaży pojazdów hybrydowych jest większa niż sprzedaży wszystkich aut. Niemniej jednak sam udział pojazdów hybrydowych w handlu wszystkimi samochodami stanowi tylko 1,4%.

Największy udział w sprzedaży aut hybrydowych na polskim rynku w pierwszym półroczu 2015 roku osiągnęła firma Toyota, której udział wyniósł 63,3%. Na drugim miejscu znalazła się należąca do koncernu Toyota Motor Corporation marka Lexus z wynikiem 32%. Trzecie miejsce z rezultatem 2,81% osiągnęło przedsiębiorstwo Mitsubishi. Reszta firm uzyskała udział w sprzedaży poniżej 1%.



Rys. 4. Różnice pomiędzy cenami detalicznymi samochodów hybrydowych i konwencjonalnych

Wnioski końcowe

- Moc całkowita samochodu hybrydowego jest większa niż konwencjonalnego odpowiednika średnio o 15 kW (20 KM). Wśród porównanych ze sobą pojazdów 16 hybryd ma moc całkowitą większą, a 9 mniejszą niż konwencjonalne odpowiedniki. Tylko w dwóch przypadkach moc całkowita jest identyczna.
- Tylko w 3 przypadkach moc silnika spalinowego użytego w aucie hybrydowym jest większa niż w konwencjonalnym. W 6 przypadkach moc jednostki spalinowej jest taka sama jak w pojeździe z silnikiem spalinowym, a w 13 mniejsza. Zastosowanie w autach hybrydowych jednostek spalinowych o takiej samej lub mniejszej mocy jak w konwencjonalnych odpowiednikach nie powoduje zmniejszenia mocy całkowitej tych samochodów. Dzięki zastosowaniu silników elektrycznych w niektórych przypadkach możliwe jest ponadto zwiększenie mocy całkowitej pojazdów z hybrydowym układem napędowym.
- Wśród porównywanych ze sobą samochodów, 6 z hybrydowym układem napędowym ma mniejsze, 13 takie same, a 8 większe pojemności skokowe silników spalinowych. Dzięki zastosowaniu jednostek elektrycznych wspomagających pracę jednostek spalinowych możliwe jest

zmniejszenie pojemności skokowej silników spalinowych przy zachowaniu lub zwiększeniu mocy całkowitej samochodów hybrydowych.

- Średnia moc silnika elektrycznego zamontowanego w samochodzie hybrydowym wynosi 68 kW (92 KM). Zainstalowanie w pojeździe jednostki elektrycznej umożliwia zmniejszenie pojemności skokowej silników spalinowych, przy zachowaniu lub zwiększeniu mocy całkowitej pojazdu.
 - Prędkość maksymalna samochodu hybrydowego jest średnio o 12,6 km/h mniejsza niż konwencjonalnego odpowiednika. W 16 przypadkach wśród porównywanych ze sobą samochodów pojazd konwencjonalny posiada większą prędkość maksymalną, w 9 taką samą, a w 2 mniejszą niż auto z hybrydowym układem napędowym. Na mniejszą średnią prędkość maksymalną pojazdów hybrydowych może mieć wpływ większa masa tego rodzaju aut w stosunku do aut konwencjonalnych.
 - Pojazdy z hybrydowym układem napędowym mają mniejszy czas rozpędzania od 0 do 100 km/h niż auta z silnikami spalinowymi. Różnica pomiędzy średnim czasem rozpędzania obu rodzajów samochodów wynosi średnio 0,12 s.
 - Zmiany w układzie napędowym, np. umieszczenie akumulatorów oraz silników elektrycznych w pojeździe hybrydowym nie wpływają na konieczność wydłużania samochodów z hybrydowym układem napędowym.
 - Wszystkie pojazdy hybrydowe dostępne na polskim rynku motoryzacyjnym mają mniejsze średnie zużycie paliwa niż samochody z silnikami spalinowymi, średnio o 3,1 dm³/100km.
 - Samochody hybrydowe mają mniejszą emisję dwutlenku węgla (CO₂) niż samochody z silnikami spalinowymi, średnio o 71,7 g/km. Największe ograniczenie emisji CO₂ występuje w segmencie rynkowym F. Zauważono prawidłowość: im wyższy segment, tym większa różnica w emisji CO₂.
 - Pojemność bagażnika pojazdu hybrydowego jest średnio o 45 dm³ mniejsza niż pojazdu konwencjonalnego. Konieczność umieszczenia dodatkowych urządzeń w samochodzie hybrydowym powoduje, że konstruktorzy pojazdów ograniczają pojemności bagażników aut hybrydowych.
 - Wprowadzenie zmian w układzie napędowym auta z hybrydowym układem napędowym (tj. zainstalowanie silników elektrycznych oraz akumulatorów) wpływa na masę własną pojazdu. Masa własna samochodu z napędem hybrydowym jest średnio o 125 kg większa niż samochodu z silnikiem spalinowym.
 - Średnia cena pojazdu hybrydowego jest dużo większa niż samochodu z silnikiem spalinowym – średnio o 28439 zł. Na różnicę w cenie ma również wpływ segment pojazdu. Im wyższy segment rynkowy pojazdu tym różnica ceny pomiędzy samochodem hybrydowym a konwencjonalnym większa.
6. http://superauto24.se.pl/nawosci/nowe-samochody-hybrydowe-w-polsce-toyota-i-lexus-rosna-w-sile_659769.html (dostęp: 30.12.2015).
 7. http://superauto24.se.pl/nawosci/top-10-najczesciej-rejestrowanych-nowych-samochodow-w-pierwszej-polowie-2015_643646.html (dostęp: 30.12.2015).
 8. <http://www.autonotes.pl/narodziny-hybrydy/> (dostęp: 11.01.2016).
 9. <http://www.esquire.pl/motoryzacja/164/10-rzeczy-ktore-warto-wiedziec-o-samochodach-hybrydowych> (dostęp: 28.10.2015).
 10. <http://www.hybridcars.com/history-of-hybrid-vehicles/> (dostęp: 21.12.2015).
 11. <http://www.moc-hybrydy.pl/pokochaj.html> (dostęp: 05.01.2016).
 12. <http://www.samar.pl/> (dostęp: 30.12.2015).
 13. https://pl.wikipedia.org/wiki/Europejski_standard_emisji_spalin (dostęp: 28.12.2015).
 14. https://pl.wikipedia.org/wiki/Samoch%C3%B3d_hybrydowy (dostęp: 17.11.2015)
 15. https://pl.wikipedia.org/wiki/Samoch%C3%B3d_hybrydowy#Klasyfikacja (dostęp: 13.11.2015).
 16. Kalinčák D. Mikołajčík, M., Operational regimes of motive power units and their hybrid propulsion. Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 2016, nr 6.
 17. Merksiz J., Pielecha I.: Alternatywne napędy pojazdów. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2006.
 18. Merksiz J., Pielecha I.: Układy elektryczne pojazdów hybrydowych. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2015.
 19. Merksiz J., Pielecha I.: Układy mechaniczne pojazdów hybrydowych. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2015.

Autorzy:

Rafał Gromulski – absolwent Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, Polska, e-mail: rgromulski@gmail.com

Zbigniew Lozia - Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, Polska, e-mail: lozia@wt.pw.edu.pl

The comparison of the hybrid cars with combustion engines ones, taking into consideration the situation on the Polish car market

The aim of the study is to compare hybrid cars offered on the Polish market with their counterparts equipped with internal combustion engines. The comparison was made on the basis of 12 criteria adopted. There was a selection of 27 models of hybrid vehicles and their counterparts with internal combustion engines. The study took into account the level of sales of these cars in Poland.

Key words: hybrid cars, cars with combustion engines, comparison

Bibliografia

1. Fic B.: Samochody elektryczne. Wydawnictwo KaBe, Krosno 2012.
2. Grzesikiewicz W., Knap L., Makowski M., Pokorski, J., Badania hybrydowego napędu elektryczno-hydrostatycznego. Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 2016, nr 12.
3. <http://deluxe.trojmiasto.pl/Dwa-oblicza-samochodow-hybrydowych-n63028.html> (dostęp: 11.01.2016).
4. http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars/index_en.htm (dostęp: 28.12.2015).
5. http://moto.pl/MotoPL/1,88571,8078149,Elektryzujaca_przyszlosc.html (dostęp: 11.01.2016).