z energetyką przyjazną środowisku za pan brat

INSTYTUT NA RZECZ EKOROZWOJU
przy współpracy
KRAJOWEJ AGENCJI
POSZANOWANIA ENERGII S.A.



samochód elektryczny

Wydawca:
Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju
ul. Nabielaka 15, lok. 1, 00-743 Warszawa
tel. 22 851-04-02, -03, -04, faks 22 851-04-00
e-mail: ine@ine-isd.org.pl, http://www.ine-isd.org.pl

Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju (InE) jest pozarządową organizacją typu think-tank powstałą w 1990 r. z inicjatywy kilku członków Polskiego Klubu Ekologicznego. InE zajmuje się promowaniem i wdrażaniem zasad oraz rozwiązań służących zrównoważonemu rozwojowi Polski, dążąc do jej proekologicznej restrukturyzacji. W swojej działalności kieruje się misją: budowania pozytywnych relacji między rozwojem społecznym i gospodarczym a ochroną środowiska oraz występowania w interesie obecnego i przyszłych pokoleń. Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju współpracuje z krajowym i europejskim ruchem pozarządowym. Instytut ma doświadczenie w tworzeniu strategii ekorozwoju wspólnie ze społecznościami lokalnymi – ich samorządami i partnerami społecznymi, ekologicznymi i partnerami otoczenia biznesu. Opracowania InE wykorzystują parlamentarzyści, administracja rządowa i samorządowa, naukowcy, studenci i uczniowie.

Instytucje i osoby pragnące wesprzeć działalność na rzecz ekorozwoju mogą dokonywać wpłat na konto: Bank PeKaO SA, II Oddział w Warszawie
Wpłaty w PLN: **92 1240 1024 1111 0000 0267 8197**

Redakcja językowa: Anna Grzegrzółka

Projekt serii i okładki:
Joanna Chatizow & Leszek Kosmalski
Wydawnictwo WIATR s. c.

Skład komputerowy:
Leszek Kosmalski

Druk i oprawa:
Grafix Centrum Poligrafii
ul. Bora Komorowskiego 24
80-377 Gdańsk

© Copyright by Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2011

ISBN: 978-83-89495-04-4

Wydrukowano na papierze ekologicznym

INSTYTUT NA RZECZ EKOROZWOJU
przy współpracy
KRAJOWEJ AGENCJI POSZANOWANIA ENERGII S.A.

SAMOCHÓD ELEKTRYCZNY

Broszura wydana w ramach projektu „Z energetyką przyjazną środowisku za pan brat”
przy wsparciu finansowym Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Autorzy:
ARKADIUSZ WĘGLARZ
MICHAŁ PLEŚNIAK
Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.

Reportaż i wywiad:
KATARZYNA TEODORCZUK
Instytut na rzecz Ekorozwoju

Warszawa, listopad 2011

SPIS TREŚCI

Przedmowa 4

1. Wprowadzenie 5

2. Historia samochodów elektrycznych 6

3. Podstawowe pojęcia dotyczące samochodów elektrycznych 7

4. Paliwa alternatywne 8

   4.1 Biodiesel 8

   4.2 Bioetanol 9

   4.3 Wodór 9

5. Użytkowanie samochodu elektrycznego 11

6. Bezpieczeństwo użytkowania samochodu elektrycznego 14

7. Samochód elektryczny a ochrona środowiska 15

8. Samochód elektryczny w prawodawstwie UE i Polski 16

   8.1 Działania UE na rzecz popularyzacji transportu elektrycznego 16

   8.2 Polskie projekty 17

9. Technologie i eksploatacja 17

   9.1 Samochody elektryczne z akumulatorem elektrochemicznym 17

   9.2 Samochód elektryczny na przykładzie Mitsubishi i-MiEV 18

   9.3 Pojazdy hybrydowe 19

   9.4 Pojazd hybrydowy na przykładzie Toyoty Prius 20

   9.5 Pojazdy z ogniwem paliwowym 21

10. Elektryczny Nissan – wywiad z Krzysztofem Kowalskim dyrektorem PR na region CEE firmy Nissan 21

11. Podsumowanie 24

Samochód elektryczny – nowa kultura mobilności – reportaż wkładka

SPIS RYSUNKÓW

1. Pojazd Jenatzy'ego 6
2. Schemat działania ogniwa wodorowego 10
3. Punkt RWE ładowania samochodów elektrycznych w Warszawie 13
4. Nissan Leaf w teście Euro NCAP otrzymał 5 gwiazdek 15
5. Mitsubishi i-MiEV 18
6. Najnowszy model Toyoty Prius 20

Wykaz skrótów

ABS	Anti-Lock Braking System – układ zapobiegania blokowaniu się kół podczas hamowania
ASC	Active Stability Control – automatyczna kontrola stabilności pojazdu
CEE	Central and Eastern Europe – kraje Europy Środkowej i Wschodniej
EuroNCAP	European New Car Assessment Programme – organizacja ds. oceny bezpieczeństwa pojazdów
GM	General Motors
IEO	Instytut Energetyki Odnawialnej
InE	Instytut na rzecz Ekorozwoju
KAPE	Krajowa Agencja Poszanowania Energii S. A.
KM	koń mechaniczny
kW	kilowat
kWh	kilowatogodzina
Nm	niutonometr – jednostka momentu obrotowego
NO_x	tlenki azotu
NEDC	New European Driving Cycle – nowy europejski cykl jezdny
OZE	odnawialne źródła energii
PR	Public relations – kontakty z otoczeniem
RPM	revolutions per minute – obroty na minutę – jednostka miary częstotliwości obrotu
TCL	Traction Control System – aktywna kontrola trakcji
V	volt
VAT	Value Added Tax – podatek od towarów i usług
V2G	Vehicle-2-Grid – samochód w inteligentnej sieci elektroenergetycznej
Wh	watogodzina

Przedmowa

Oddajemy do rąk Państwa broszurę przygotowaną i wydaną w ramach projektu „Z energetyką przyjazną środowisku za pan brat", którego celem jest poszerzenie lub utrwalenie wiedzy na temat energetyki przyjaznej środowisku, w szczególności produktów z nią związanych, oddziaływania energetyki na środowisko oraz zebranie i rozpowszechnienie informacji na temat lokalnych i regionalnych inicjatyw promujących energetykę przyjazną środowisku w Polsce. W ten sposób chcemy włączyć się w prowadzoną dyskusję na temat przyszłości energetyki w Polsce, z praktycznym ukierunkowaniem na potrzebę rozwoju energetyki przyjaznej środowisku. Mamy nadzieję, że przyczyni się to do zmiany zachowań użytkowników energii, wpłynie na wybory biznesowe, a także przyniesie ze sobą potrójne korzyści w postaci: ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko (zwłaszcza wzmocni ochronę klimatu), tworzenia miejsc pracy w skali lokalnej, a także uzyskania korzyści finansowych.

Projekt polega na: przeprowadzeniu i opracowaniu wyników badania socjologicznego, przygotowaniu i dystrybuowaniu materiałów informacyjnych (ulotki, broszury, płyta CD, plakaty) dotyczących różnych zagadnień związanych z energetyką i środowiskiem, a także przeprowadzeniu warsztatów regionalnych (z wykorzystaniem nowoczesnych metod aktywizowania uczestników) i konferencji końcowej. Szczególna rola przypadnie działaniom promocyjnym przedsięwzięć realizowanych w ramach projektu, a także ich wynikom. Prace te wykonuje zespół Instytutu na rzecz Ekorozwoju (InE) przy merytorycznym wsparciu Krajowej Agencji Poszanowania Energii (KAPE), Instytutu Energetyki Odnawialnej (IEO) oraz we współpracy z utworzonym specjalnie zespołem społecznych informatorów regionalnych (SIR). Projekt został sfinansowany głównie przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Niniejsza broszura jest jedną z jedenastu, które są przygotowane w ramach projektu. Każda broszura jest produktem edukacyjnym wykorzystującym wkład wiedzy fachowej partnerów projektu KAPE i IEO oraz materiał o charakterze reportażowym, przygotowany przez ekspertów InE.

Broszury służyć mają przybliżeniu czytelnikowi danego produktu lub usługi opartej na innowacyjnych rozwiązaniach w zakresie energetyki przyjaznej środowisku, w sposób odpowiedni do jego poziomu wiedzy oraz zachęceniu go do dalszego interesowania się tym tematem lub aktywnego działania na rzecz skorzystania lub wdrożenia danych usług, ewentualnie wprowadzenia danego produktu na rynek Polski, także z pobudek ekologicznych. Każda broszura promuje nowy sposób myślenia o energetyce i środowisku, zgodny z założeniami zrównoważonego rozwoju, tzn. zwrócona jest w nich uwaga na ograniczenia środowiskowe w rozwoju i na stosowanie produktów oraz usług związanych z wykorzystaniem energetyki przyjaznej środowisku.

Przygotowano następujące broszury:

Mała biogazownia rolnicza
Dom pasywny
Energetyka rozproszona
Energia w gospodarstwie rolnym
Energia w obiekcie turystycznym
Energooszczędny dom i mieszkanie
Inteligentne systemy zarządzania użytkowaniem energii
Samochód elektryczny
Urządzenia konsumujące energię
Zielona energia
Zrównoważone miasto – zrównoważona energia

1. Wprowadzenie

XXI wiek przynosi wiele pytań o przyszłość motoryzacji. Ostatnie trzy dekady zapewniły nam błyskawiczny rozwój technologii silników spalinowych. Było to konsekwencją ulepszenia technik wytwarzania oraz wprowadzenia do motoryzacji elektroniki. O ile wcześniej producenci skupiali się na poprawianiu osiągów i sprawności silników, o tyle rosnąca świadomość ekologiczna oraz nowe wymogi prawne przyczyniły się do koncentracji nad technologią optymalizacji osiągów i oszczędności. Dzięki temu współczesne jednostki spalinowe pochwalić się mogą coraz mniej szkodliwym wpływem na środowisko przy zachowaniu znakomitych właściwości silnika. W ujęciu sektorowym wpływ ten nadal pozostaje znaczny, między innymi z powodu coraz szybciej rosnącej liczby pojazdów na ulicach.

W związku z troską o środowisko oraz rosnącymi cenami ropy, producenci samochodów skupiają się również na poszukiwaniu innych źródeł napędu niż silnik spalinowy. Nie należy zapominać, że zasoby ropy naftowej – surowca do produkcji paliw wykorzystywanych w samochodach – są ograniczone, a większość złóż ropy występuje na terenach niestabilnych politycznie. Oba te czynniki niosą za sobą groźbę kryzysu motoryzacyjnego. Producenci pojazdów są świadomi, że ten który wyjdzie naprzeciw z rozwiązaniem alternatywnym, tańszym i nie mniej niezawodnym od pojazdu spalinowego, może stać się liderem branży motoryzacyjnej.

Obecnie prócz zagrożeń płynących z rynku ropy naftowej również ekologiczny wizerunek marki jest bardzo ważny i ma bezpośredni wpływ na wyniki sprzedaży. Jest to związane z coraz większą świadomością społeczną oraz skutecznym lobbingiem organizacji ekologicznych. Alternatywą dla silników spalinowych zdają się być jednostki elektryczne. To właśnie one już raz w historii ludzkości były bardziej popularne od pojazdów spalinowych – na początku XX wieku na ulicach Stanów Zjednoczonych przeważały pojazdy elektryczne. Błyskawiczny rozwój silników spalinowych wyparł jednostki elektryczne, które ponownie wróciły do łask dopiero w XXI wieku.

Pomimo starań producentów auta elektryczne jeszcze nie mogą dorównać osiągom odpowiadających im jednostkom spalinowym. Główną tego przyczyną jest brak odpowiednio rozwiniętej technologii magazynowania energii elektrycznej. Pojazdy mogące dorównać samochodom spalinowym są ciągle w fazie prototypów, a ich szersze zastosowanie blokują brak infrastruktury oraz wysoka cena. Mimo to kilka koncernów samochodowych zdecydowało się na masową produkcję pojazdów z silnikiem elektrycznym. Ze względu na niewielki zasięg jazdy i długi czas ładowania baterii lansowane są one jednak jako samochody miejskie.

Obecnie zdecydowanie większą popularnością cieszy się technika hybrydowa, łącząca silnik spalinowy z elektrycznym w jednym pojeździe. Samochody w tej technologii produkowane są przez wielu producentów masowo, a użytkownicy bardzo chwalą sobie ich eksploatację.

Do przyszłości ciągle jeszcze należy technika wykorzystania wodoru zarówno w pojazdach spalinowych, jak i elektrycznych. Byłoby to znakomite rozwiązanie technologiczne, znacząco ograniczające szkodliwy wpływ samochodów na środowisko, ponieważ produktem spalania wodoru jest woda. Przed producentami ciągle jednak stoi bariera technologiczna. Już dziś wykorzystuje się natomiast paliwa alternatywne dla silników spalinowych, takie jak biodiesel i bioetanol.

Ze środowiskowego punktu widzenia rozwiązania te stanowią jednak półśrodek procesu „oczyszczania" transportu. Docelowo to właśnie pojazdy elektryczne mają być używane masowo, stanowiąc źródło transportu wolne od zanieczyszczeń i hałasu.

2. Historia samochodów elektrycznych[1]

Pierwszym krokiem na drodze powstania samochodu elektrycznego było skonstruowanie w 1800 roku przez włoskiego fizyka Alessandro Voltę miedziano-cynkowego ogniwa galwanicznego. W 1821 roku Anglik Michael Faraday odkrył zjawisko indukcji elektromagnetycznej i zademonstrował podstawy działania silnika elektrycznego. 15 lat później skonstruowano pierwszy model samochodu o napędzie elektrycznym. Był to pojazd wymyślony przez Holendra profesora Sibrrandusa Stratingha, a wykonany przez jego asystenta Christophera Beckera. Źródło energii stanowiło w nim właśnie ogniwo Volty. Pierwszy uliczny pojazd elektryczny skonstruował w 1836 roku Amerykanin Thomas Davenport. Upowszechnienie pojazdów elektrycznych stało się możliwe dopiero po 1859 roku, kiedy to francuski naukowiec Gaston Planté zbudował pierwszy akumulator. Następne lata przynosiły kolejne konstrukcje, charakteryzujące się coraz lepszymi parametrami. Dlatego nawet po tym, kiedy w 1885 roku Niemiec Carl Friedrich Benz zademonstrował pierwszy pojazd z silnikiem spalinowym, ciągle wzrastała ranga pojazdów o napędzie elektrycznym. W 1899 roku Belg Camille Jenatzy osiągnął w swoim pojeździe elektrycznym prędkość 98 km/h (rys. 1), co było rekordem światowym, który utrzymał się przez trzy lata. W 1895 roku w wyścigu Paryż-Bordeaux-Paryż brał udział pojazd elektryczny francuskiego konstruktora Charlesa Jeantauda. Samochód ten miał świetne osiągi, lecz w 15 punktach trasy musiał wymieniać akumulatory o masie 950 kg. Pierwsza dekada XX wieku to złoty wiek dla pojazdów elektrycznych. W 1900 roku 38% pojazdów w USA napędzanych było energią elektryczną. Po roku 1913 ich liczba systematycznie malała. Przyczyniły się do tego wprowadzenie rozruszników do zapłonu silników spalinowych oraz zastosowanie chłodnicy. Eliminowało to wszelkie zagrożenia dla prowadzącego pojazd wynikające z konieczności rozruchu silnika korbą oraz zdecydowanie wydłużało czas pracy silnika spalinowego. Również w latach 1908-1912 Amerykanin Henry Ford rozwinął masową produkcję pojazdów spalinowych. Już pod koniec lat dwudziestych ubiegłego wieku samochody spalinowe całkowicie wyparły pojazdy elektryczne. Ponownie zaczęły one nabierać znaczenia w latach sześćdziesiątych, co było bezpośrednio wynikiem wynalezienia w 1947 roku pierwszego tranzystora. Ze względu na wysoki koszt produkcji pomysł samochodu elektrycznego znów został zarzucony. Powrót do niego nastąpił dopiero w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Przyczynił się do tego znaczny rozwój technologii produkcji akumulatorów. Zwiększyła się również świadomość ekologiczna społeczeństwa i – co za tym idzie – wprowadzono obostrzone wymagania dotyczące emisji szkodliwych substancji przez samochody z silnikami spalinowymi. Gwałtowny rozwój technologii samochodów elektrycznych, hybrydowych oraz ogniw paliwowych trwa do dziś. Są to technologie będące ciągle w fazie wczesnego rozwoju, lecz to one mają stanowić przyszłość światowej motoryzacji.

Rysunek 1

Pojazd Jenatzy'ego



1. Jastrzębska G., Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2009.

3. Podstawowe pojęcia dotyczące samochodów elektrycznych

Akumulator to urządzenie do magazynowania energii. Najbardziej rozpowszechnione są akumulatory elektryczne i kinetyczne[2]. Cykl pracy akumulatora dzieli się na jego ładowanie i rozładowanie.

- **Akumulatory kinetyczne** (koła zamachowe)[3] magazynują energię poprzez ruch obrotowy ciężkiej tarczy, charakteryzują się zdolnością szybkiego gromadzenia i oddawania energii. Mają najlepszą sprawność przemiany, praktycznie nieograniczoną trwałość, niezawodność, nie wytwarzają zakłóceń akustycznych, a ich koszt jest niski. Nowoczesne koła zamachowe są wykonane z włókna węglowego o dużej wytrzymałości i osadzone na piaście z tytanu z łożyskami magnetycznymi. Umożliwia to zredukowanie do minimum oporów tarcia. Do obrotu tarczy stosowana jest specjalna pompa próżniowa ssąca. Dzięki temu wyeliminowane zostały kontakty mechaniczne. Podczas pozostawienia pojazdu w spoczynku koło zamachowe może obracać się nawet przez kilka tygodni. Jego rezerwowe zasilanie może stanowić akumulator elektrochemiczny 12 V. Zespół koło zamachowe – silnik/prądnica z przeznaczeniem do samochodu hybrydowego opatentował Harold A. Rosen. Opracował on schemat współpracy silnika zasilanego benzyną i akumulatora kinetycznego, pełniącego funkcję drugiego silnika.

- **Akumulatory elektryczne** (elektrochemiczne) służą do magazynowania energii elektrycznej w postaci energii chemicznej. Przy ładowaniu doprowadzona z zewnątrz energia elektryczna powoduje odwracalne przemiany chemiczne zachodzące wewnątrz akumulatora. To one są źródłem energii elektrycznej, którą można czerpać z akumulatora w procesie rozładowania. Najważniejszymi wielkościami akumulatora są siła elektromotoryczna (napięcie) oraz pojemność (ilość dostępnej energii), czyli wielkość ładunku elektrycznego, który można czerpać z akumulatora naładowanego aż do jego rozładowania. Akumulatory można łączyć w baterie stanowiące źródło prądu stałego. Najczęściej spotykanymi akumulatorami elektrycznymi są akumulatory samochodowe. Służą one do zasilania postojowego samochodu oraz do zasilania rozrusznika, który – jako silnik elektryczny – uruchamia spalinową jednostkę napędową. Urządzeniem ładującym akumulator samochodowy jest alternator, który wykorzystuje bezpośrednio energię kinetyczną silnika spalinowego, a więc pośrednio energię chemiczną spalanego paliwa. Ideą samochodów elektrycznych jest zastąpienie spalinowej jednostki napędowej silnikiem elektrycznym, a zbiornika z paliwem – baterią akumulatorów.

- **Baterie litowo-jonowe** (Li-ion)[4] są obecnie najbardziej popularnymi akumulatorami energii elektrycznej. Ze względu na swoje właściwości mają szerokie zastosowanie: od telefonów komórkowych i laptopów po samochody elektryczne i hybrydowe. Do zalet baterii Li-ion należą przede wszystkim mały ciężar oraz brak „efektu pamięci". Efekt pamięci jest zjawiskiem powodującym utratę rzeczywistej pojemności. Dotychczas, aby go uniknąć, należało ładować akumulator jedynie po jego pełnym rozładowaniu. W bateriach Li-ion problem ten nie występuje. Ponadto dużą ich zaletą zarówno przy zastosowaniu w sprzęcie elektronicznym, jak i w samochodach, jest mały ciężar.

- **Jednostka napędowa (silnik)** to podstawowy element każdego samochodu. Silnik jest urządzeniem konwertującym energię (np. chemiczną, dostępną w paliwie lub akumulatorze) na pracę mechaniczną. Najpopularniejszymi rodzajami silników są silniki spalinowe oraz elektryczne. W wyniku ich działania energia kinetyczna wytwarzana przez silnik, poprzez wał i odpowiednią przekładnię, jest wykorzystywana jako praca mechaniczna. Najważniejszymi wielkościami związanymi z silnikami są moc, moment obrotowy i sprawność. Moc określa zdolność do wykonania pracy w danej jednostce czasu (szybkość wykonywania pracy). Moment obrotowy jest wielkością opisującą siłę generowaną

2. http://www.nt.if.pwr.wroc.pl/kwazar/jaktopracuje/135502/link1.htm
3. Jastrzębska G., op. cit.
4. http://www.hitachi.com/environment/showcase/solution/mobility/lithiumion.html

przez silnik, co pośrednio wpływa na siłę oddziaływania między obracającym się kołem a podłożem. Sprawność silnika to stosunek energii użytecznej do energii pobranej przez silnik.

- **Napęd hybrydowy**[5] jest połączeniem dwóch rodzajów napędu. Obecnie w motoryzacji jako napęd hybrydowy pojazdu najczęściej stosuje się połączenie silnika spalinowego z silnikiem elektrycznym. Silnik spalinowy połączony jest z generatorem prądu, natomiast silnik elektryczny pełni również rolę prądnicy służącej do ładowania akumulatorów zasilających go podczas cyklu pracy. Silniki te mogą pracować razem podczas dużego zapotrzebowania na moment obrotowy (np. przyspieszenie lub jazda pod górę) lub oddzielnie: tylko silnik spalinowy lub tylko elektryczny. Podczas postoju silnik spalinowy nie pracuje, a podczas jazdy ze stałą prędkością doładowuje akumulatory. W zależności od konfiguracji elementów napędzających wyróżnia się układy szeregowe, równoległe i mieszane. W układzie szeregowym energia wytwarzana przez silnik spalinowy jest w całości przetworzona na energię elektryczną do napędu silnika elektrycznego, a jej nadmiar do ładowania akumulatorów. W razie potrzeby silnik elektryczny może również korzystać z energii elektrycznej zgromadzonej w akumulatorach. W układzie równoległym cześć energii mechanicznej wytworzonej przez silnik spalinowy napędza pojazd, a pozostała cześć ładuje akumulatory. Gdy potrzebna jest duża moc, silniki mogą pracować równolegle (razem). Podczas hamowania silnik elektryczny jest generatorem prądu. Układ mieszany to kombinacja cech układów równoległego i szeregowego. W obecnie produkowanych pojazdach samochodowych znalazły zastosowanie układy typu równoległego lub mieszanego.

4. Paliwa alternatywne

Ze względu na wzrost cen paliw, a także w celu uniezależnienia się od krajów posiadających surowce mineralne, głównie Rosji oraz krajów Bliskiego Wschodu, Unia Europejska i Stany Zjednoczone przykładają coraz większą wagę do rozwoju badań nad alternatywnymi źródłami paliw, również tymi wykorzystywanymi w przemyśle transportowym (samochodowym). Znalazło to odzwierciedlenie również w regulacjach prawnych. UE zakłada 10-procentowy udział alternatywnych paliw w sektorze transportu drogowego do 2020 roku. Argumentami przemawiającymi za wprowadzeniem paliw alternatywnych jest poprawa bezpieczeństwa energetycznego oraz przeciwdziałanie zanieczyszczeniu środowiska.

4.1 Biodiesel[6,7]

Biodiesel jest paliwem wykorzystywanym w silnikach wysokoprężnych (Diesla), składającym się w 100% z metylowych (lub etylowych) estrów kwasów tłuszczowych, określanym często mianem B100. Tak określa się również paliwo do silników wysokoprężnych zawierające mieszankę czystego biodiesla B100 i oleju napędowego w dowolnych proporcjach. Ideą stosowania biodiesla jest jednak całkowita eliminacja oleju napędowego. Stosowanie biodiesla ma zarówno swoich zagorzałych zwolenników, jak i przeciwników. Do zwolenników należą rolnicy uprawiający rośliny wykorzystywane do produkcji tego paliwa oraz niektóre organizacje ekologiczne. Przeciwnikami są oczywiście koncerny naftowe. Prawdą jest, że trudno określić, czy stosowanie biodiesla jest dużo bardziej ekologiczne niż jazda na zwykłym oleju napędowym. Pośród kierowców nie jest to paliwo szczególnie popularne, aczkolwiek jest powszechnie dostępne na stacjach benzynowych.

Podstawowe własności i zalety biodiesla:

- jest paliwem czystszym o prawie 75% pod względem produktów spalania w porównaniu z tradycyjnym olejem napędowym,
- jego stosowanie znacząco zmniejsza w emitowanych spalinach ilość niespalonych węglowodorów, tlenku węgla i cząstek stałych,

5. http://www.infosamochody.pl/artykul,id_m-18,t-naped_hybrydowy_napedem_przyszlosci.html
6. http://biodiesel.pl/baza_wiedzy/co_to_jest_biodiesel/
7. http://www.reflex.com.pl/page.php?id=1904

- nie zawiera siarki, więc jego stosowanie eliminuje emisję związków siarki do atmosfery,
- niszczący wpływ produktów jego spalania na warstwę ozonową jest o blisko 50% mniejszy niż spalania tradycyjnego oleju napędowego,
- emisja tlenków azotu (NO_x) jako produktów jego spalania może być większa lub mniejsza, ale można ją zredukować do poziomu dużo niższego niż w przypadku spalania tradycyjnego oleju napędowego, m. in. poprzez zmianę momentu wtrysku paliwa,
- jest paliwem odnawialnym (pochodzącym z odnawialnych surowców roślinnych),
- można go stosować w każdym silniku Diesla,
- można go mieszać z tradycyjnym olejem napędowym w dowolnej proporcji; nawet niewielki dodatek biodiesla sprawi, że spalanie będzie czystsze, a silnik lepiej smarowany (1-procentowy dodatek biodiesla do oleju napędowego podnosi własności smarne oleju o 65%),
- może być produkowany z jakiegokolwiek tłuszczu czy oleju roślinnego, także z oleju posmażalniczego,
- w strefach o cieplejszym klimacie produkuje się go z oleju palmowego.

Obawy i zagrożenia związane ze stosowaniem biodiesla:

- powoduje większe zużycie paliwa z powodu niższej wartości opałowej,
- pogarsza przebieg procesu rozpylania paliwa i maksymalne ciśnienie wtrysku, ponieważ ma wyższą lepkość,
- obniża trwałość elementów stykających się z paliwem, a wykonanychz typowych elastomerów i gum,
- powoduje korozję pokryć lakierniczych elementów stykających się z paliwem,
- działa silnie korozyjnie na stopy zawierające miedź,
- hamuje korozję elementów wykonanych ze stali, cynku i ołowiu,
- intensywnie chłonie wodę,
- charakteryzuje się niską odpornością na hydrolizę, co prowadzi do powstawania szlamu i wytrącania się osadów blokujących filtry paliwa,
- jest bardziej niż tradycyjne paliwo podatny na skażenia mikrobiologiczne,
- wykazuje gorszą stabilność termooksydacyjną, w czasie przechowywania szybko pogarszają się właściwości paliwa.

4.2 Bioetanol[8,9]

Bioetanol to bezwodny alkohol etylowy pozyskiwany ze zbóż, buraków cukrowych czy ziemniaków w wyniku fermentacji i odwadniania. W Polsce bioetanol jest dodawany do benzyn od 1993 roku. W odróżnieniu od biodiesla, bioetanol nie może stanowić 100% objętości paliwa. Bez wprowadzania zmian w konstrukcji silnika można korzystać z paliwa zawierającego do 15% etanolu. Jeżeli silnik jest przystosowany do spalania etanolu (np. modele Ford Taurus), może korzystać z paliwa E85, zawierającego 85% etanolu. Do najważniejszych korzyści stosowania bioetanolu można zaliczyć odnawialność tego rodzaju paliwa (jak wszystkich biopaliw), ograniczenie skutków globalnego ocieplenia, przez to, że rośliny będące surowcem do produkcji bioetanolu również asymilują dwutlenek węgla, oraz zmniejszenie importu ropy naftowej. Aby wykorzystać etanol jako składnik paliwa, należy go odwodnić (do zawartości wody poniżej 0,5%). Proces odwadniania utrudnia produkcję i dotrzymanie jakości bioetanolu, co znacząco wpływa na jego jakość i cenę.

4.3 Wodór[10]

Ze względu na małą masę cząsteczkową oraz dużą wartość ciepła spalania, wodór ma największy stosunek energii do masy. Siła eksplozji wodoru jest 2,5 razy większa niż konwencjonalnych paliw węglowodorowych. Największą zaletą wodoru jest brak emisji CO_2 podczas spalania. Problemów technologicznych nastręczają jednak skłonność wodoru do wyciekania, wysoka temperatura płomienia

8. http://www.its.hg.pl/bioetanol.html
9. http://www.greenweal.eu/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=34&Itemid=54
10. http://www.ogniwa-paliwowe.com/

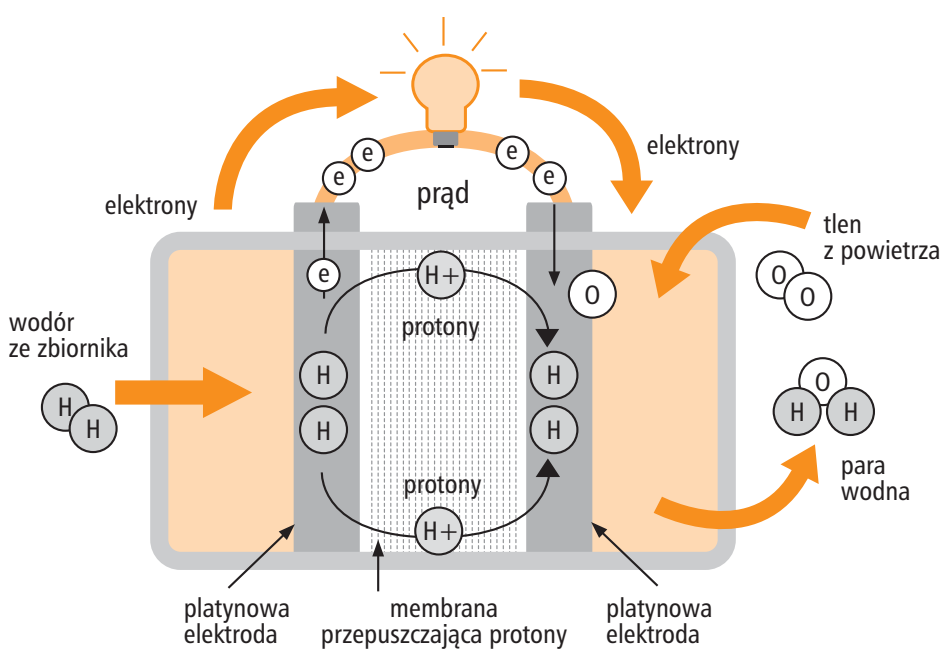
oraz łatwopalność w kontakcie z powietrzem. Wszystko to sprawia, że wodór jest kłopotliwy w transporcie i przechowywaniu. Istnieją dwa rodzaje silników zasilanych wodorem. Pierwszy to silnik spalinowy, w którym wodór jest dodatkiem do paliw zwiększającym ich kaloryczność lub samym paliwem.
Drugi rodzaj to ogniwa wodorowe. Są one urządzeniami elektrochemicznymi, które wytwarzają energię użyteczną (np. elektryczną) w wyniku reakcji chemicznej wodoru z tlenem. Produktem reakcji jest woda. Wodorowe ogniwo paliwowe składa się z dwóch elektrod: anody i katody, odseparowanych elektrolitem umożliwiającym przepływ kationów, natomiast uniemożliwiającym przepływ elektronów. Reakcja chemiczna zachodząca w ogniwie polega na rozbiciu wodoru na proton i elektron na anodzie, a następnie na połączeniu substratów reakcji na katodzie. Procesom elektrochemicznym towarzyszy przepływ elektronu od anody do katody z pominięciem nieprzepuszczalnej membrany. W wyniku elektrochemicznej reakcji wodoru i tlenu powstają prąd elektryczny, woda i ciepło. Wodór w stanie czystym doprowadzany jest do anody, a utleniacz (czysty tlen lub powietrze) do katody. Wyprodukowany prąd elektryczny zasila silnik – jednostkę napędową pojazdu (rys. 2).

Zalety stosowania ogniw paliwowych:

- wysoka jakość dostarczanej energii (energia dostarczana przez ogniwa paliwowe jest bardzo odporna na zakłócenia),
- wysoka sprawność – ogniwa paliwowe charakteryzują się wysoką gęstością energetyczną, czyli są mniejsze i lżejsze od innych źródeł energii o porównywalnej mocy. Ponadto ogniwa paliwowe generują energię bezpośrednio z reakcji chemicznej, nie zachodzi więc proces spalania paliwa. W zastosowaniach mobilnych ogniwa paliwowe wytwarzają energię służącą bezpośrednio do napędu, w przeciwieństwie do silników spalinowych, w których wytwarzana jest energia mechaniczna, przekształcana następnie przez przekładnie mechaniczne do energii napędowej. Sprawność ogniw paliwowych w generowaniu energii elektrycznej osiąga nawet 50%. Zaletą jest także możliwość stosowania różnych rodzajów paliw – ogniwa paliwowe mogą być zasilane każdym paliwem bogatym w wodór. Uzyskiwanie wodoru z paliwa może przebiegać wewnątrz ogniwa paliwowego (tzw. wewnętrzny reforming) lub poza ogniwem (w zewnętrznym urządzeniu zwanym: *fuel reformer*). Dzięki elektrolizie wodór dla ogniwa paliwowego można wytwarzać, korzystając ze źródeł energii alternatywnej,

Rysunek 2

Schemat działania ogniwa wodorowego



- ograniczenie wpływu na środowisko – ogniwo paliwowe produkuje bowiem 25 razy mniej zanieczyszczeń niż generatory spalinowe. Ponadto, w przypadku zasilania ogniwa paliwowego wodorem, ilość produkowanych zanieczyszczeń jest śladowa. Bezpośrednimi produktami ubocznymi są w ogniwach wodorowych woda i ciepło. Do środowiska nie uwalnia się szkodliwych gazów. Równocześnie wodorowe ogniwa paliwowe osiągają bardzo wysoką, bo nawet 90-95% sprawność przetwarzania energii chemicznej w energię elektryczną,
- modułowa budowa – pojedyncze ogniwa paliwowe można łączyć ze sobą w celu osiągnięcia pożądanego poziomu generowanej mocy. Zespoły ogniw paliwowych o różnych kształtach stosuje się zarówno do zasilania pojedynczej żarówki, jak i do napędzania maszyn przemysłowych.

Wady stosowania ogniw paliwowych:

- wysoki koszt przygotowania wodorowego ogniwa paliwowego, ze względu na wykorzystanie do produkcji takich surowców, jak platyna (małe złoża, wysoka cena),
- wysoki koszt napraw i wymiany w przypadku uszkodzenia pojazdu,
- magazynowanie wodoru jest kłopotliwe ze względu na zagrożenie wybuchem w jego kontakcie z powietrzem,
- temperaturowe ograniczenia pracy ogniwa paliwowego – możliwość zamarzania wody przy spadku temperatury otoczenia poniżej zera.

Wpływ ogniw paliwowych na środowisko

Wpływ ogniw paliwowych na środowisko zależy w dużej mierze od stosowanego w nich paliwa. Ogniwa wodorowe nie mogą być używane jako pierwotne źródło energii, lecz konieczne jest wytwarzanie stosowanego w nich wodoru. Wytwarzanie wodoru w procesie elektrolizy ma dość dużą sprawność, ale w połączeniu z tym, że przy stosowaniu w motoryzacji konieczne jest przechowywanie wodoru pod dużym ciśnieniem, całkowita sprawność ogniw może spaść poniżej poziomu najwydajniejszych silników spalinowych. Inną metodą uzyskiwania wodoru jest wytwarzanie go z metanu w procesie reformingu parowego, który ma sprawność około 80%. Produktem ubocznym tego procesu jest dwutlenek węgla, jednak szkodliwość tego procesu dla środowiska jest ograniczona, gdyż – w przeciwieństwie do silników spalinowych – dwutlenek węgla nie jest emitowany do atmosfery przez każdy pojazd, lecz powstaje w miejscu wytwarzania wodoru, dzięki czemu można go wykorzystać. Wpływ stosowania kopalnych źródeł energii (węgiel, ropa naftowa, gaz ziemny itd.) na zanieczyszczenie środowiska stawia ogniwa paliwowe w doskonałej pozycji alternatywnego źródła zasilania, obojętnego lub prawie obojętnego dla środowiska przyrodniczego.

5. Użytkowanie samochodu elektrycznego[11,12]

Samochód elektryczny jest niewątpliwie przyszłością światowego rynku motoryzacyjnego. Modele dostępne dziś, choć zdają się być zaawansowane technicznie, są jedynie prekursorami aut przyszłości. Dziś posiadanie auta elektrycznego – choć ma wiele zalet – ciągle jest dość uciążliwe dla użytkownika. Pierwszą trudnością, już przy kupnie auta elektrycznego, jest jego cena i ograniczona dostępność. Gdyby ktoś w Europie chciał kupić auto elektryczne, to najprawdopodobniej byłby zmuszony ściągnąć taki samochód z USA lub Japonii. Zupełnie inaczej jest z jednostkami hybrydowymi. Są to pojazdy na tyle spopularyzowane, że można je nabyć w salonie u dealera marki produkującej te auta. Najbardziej znanym tego przykładem jest Toyota Prius. To właśnie ten samochód odegrał ważną rolę w zmianie postrzegania samochodów hybrydowych, które jeszcze nie tak dawno traktowano jako ekologiczną ciekawostkę, czyli mniej

11. http://moto.wieszjak.pl/wiadomosci/rynek/276886,W-USA-sprzedano-ponad-milion-Priusow.html
12. http://pl.wikipedia.org/wiki/Pojazd_elektryczny

więcej tak, jak dziś postrzegane są samochody posiadające jedynie silnik elektryczny. O popularności Priusa świadczy łączna liczba sprzedanych egzemplarzy trzech generacji tego auta: do początku kwietnia 2011 roku wyniosła ponad 2,1 mln, z czego ponad 1 mln sprzedano w Stanach Zjednoczonych, a w Europie jedynie nieco ponad 200 tys. Proporcje te można przyjąć również jako charakterystykę rynku zainteresowania pojazdami ekologicznymi. Aby zmienić te trendy, prowadzi się działania mające zmienić postrzeganie samochodów elektrycznych. Posiadanie samochodu elektrycznego lub hybrydowego eksponuje wiele gwiazd Hollywood, a za tym idzie moda na posiadanie takich modeli. W Stanach Zjednoczonych nawet Barrack Obama – zanim objął urząd prezydenta – był posiadaczem Forda Escape Hybrid. Już jako prezydent chciał, aby jego limuzyna również posiadała napęd hybrydowy. Nie zgodzili się na to jednak agenci Secret Service. W Polsce najbardziej znanym posiadaczem auta wykorzystującego napęd elektryczny (Toyoty Prius) jest wicepremier Waldemar Pawlak.
Jeśli potencjalny użytkownik nie zrazi się ceną, pokona barierę trudnej dostępności i stanie się szczęśliwym posiadaczem samochodu elektrycznego, to musi wziąć pod uwagę nie tylko zalety z tego płynące, ale i wiele utrudnień.

Zalety użytkowania samochodu elektrycznego:

- duży komfort jazdy i użytkowania pojazdu; najważniejsza jest oczywiście świadomość posiadania auta przyjaznego środowisku,
- silniki elektryczne o wysokiej sprawności oraz znacznie prostsze w konstrukcji od tradycyjnych silników spalinowych,
- wysoki moment obrotowy w pełnym zakresie obrotów silnika, dzięki czemu samochód przyspiesza z taką samą mocą niezależnie od obrotów,
- wyeliminowany niemal całkowicie hałas emitowany przez pojazd (w porównaniu do silników spalinowych, jednostki elektryczne są niemal bezgłośne); to kolejna cecha ważna ze względu na przyjazność dla środowiska oraz komfort użytkowania,
- bezpieczeństwo ekonomiczne: zmiany cen energii elektrycznej są zdecydowanie bardziej przewidywalne od zmian cen ropy naftowej i znacznie mniej uzależnione od wydarzeń na arenie międzynarodowej (ten argument jest mniej ważny dla pojedynczego użytkownika, ale na pewno trafi do właściciela floty samochodów, korporacji taksówek itd.),
- dodatkowe przywileje dla użytkowników, np. darmowe ładowanie akumulatorów w Warszawie (dzięki współpracy z RWE[13] w połowie 2011 roku działało tam już 10 darmowych punktów ładowania pojazdów elektrycznych – rys. 3).

Bariery i ograniczenia w użytkowaniu samochodu elektrycznego:

- wysoka cena i wciąż mała dostępność,
- niewielki zasięg,
- długi okres ładowania akumulatora,
- mniejsza pojemność silnika,
- w warunkach niskich temperatur, jeszcze bardziej ograniczony zasięg (z powodu akumulatorów).

Rekord zasięgu auta elektrycznego[14] – 501 km – ustanowił pojazd Tesla Roadster – seryjnie produkowany sportowy samochód elektryczny. Rekord został pobity w Australii na długich, prostych i pustych drogach. W przypadku przeciętnego auta elektrycznego i w rzeczywistych warunkach eksploatacji osiągnięcie takiego wyniku jest niemal niemożliwe. Realny zasięg aut elektrycznych wynosi około 200 km, i to przy założeniu ekonomicznej jazdy w umiarkowanej temperaturze (bez klimatyzacji lub ogrzewania).
Czas pełnego ładowania akumulatorów samochodowych wynosi od kilku do kilkunastu godzin. Wprowadza to oczywistą trudność w komunikacji na dłuższych odcinkach.

Ciąg dalszy na s. 13

13. http://www.samochodyelektryczne.org/w_warszawie_dziala_juz_10_punktow_ladowania_rwe.htm
14. http://www.thedailygreen.com/living-green/blogs/cars-transportation/an-australian-tesla-ev-sets-world-record

Samochód elektryczny – nowa kultura mobilności

Rynek samochodów elektrycznych na świecie dynamicznie rośnie. Z analiz wynika, że w najbliższych latach będzie niemal 6,5 mln pojazdów o napędzie hybrydowym i elektrycznym. Szacuje się, że w roku 2020 udział pojazdów elektrycznych i hybrydowych w sprzedaży wszystkich samochodów wyniesie od 11% do 52%. Na polskim rynku zainteresowanie samochodami elektrycznymi jest umiarkowane.

Jakie są tego przyczyny?

Pierwszą jest z pewnością cena. Badania przeprowadzone przez firmę doradczą Deloitte wykazały, że przeciętna cena samochodu elektrycznego w Europie wynosi 15 tys. EUR. Takie są już prawa rynku, że każda technologiczna nowinka jest na początku bardzo droga. Pozostałe przyczyny to zasięg (75-220 km, zależnie od sposobu jazdy i warunków na drodze) oraz ograniczony dostęp do punktów ładowania. Cena ma bezpośredni związek ze skalą produkcji pojazdu i akumulatora.

Masowa produkcja

Cena pojazdów elektrycznych obniży się z pewnością, gdy przybędzie klientów. Ich z kolei będzie więcej, gdy pojazd będzie tańszy. Tak koło się zamyka. Sytuację na pozór patową mogłoby zmienić wprowadzenie przywilejów dla pojazdów elektrycznych: przywilej korzystania z buspasów, wyłączna możliwość wjazdu do prestiżowych stref miejskich, bezpłatne parkowanie, zniżki podatku drogowego i ubezpieczenia, pierwszeństwo zabierania pasażerów dla elektrycznych taksówek i – przede wszystkim – dopłaty z budżetu państwa przy zakupie samochodu elektrycznego. W niektórych krajach takie dopłaty dochodzą nawet do kilku tysięcy euro.

Akumulator

Akumulator jest jednym z najdroższych elementów samochodu. Pomysłem na obniżenie ceny auta jest dzierżawa baterii przez właściciela. Nie wszyscy chętnie przystaną na takie rozwiązanie. Skąd w końcu mamy wiedzieć, czy otrzymana przez nas naładowana bateria będzie równie zadbana jak nasza własna? Już od 2012 roku w Australii przewiduje się wprowadzenie na skalę masową dzierżawy i wymiany akumulatorów związaną z produkcją i sprzedażą samochodu Fluence 2. Do zmian dochodzi na podstawie umowy o współpracy firmy Renault z rządem Australii.



Nissan LEAF – stuprocentowo elektryczny pojazd dla masowego odbiorcy. Zasięg wynosi 175 km przy koszcie poniżej 10 PLN za 100 km.

Nie ma odwrotu

Choć nie jesteśmy w stanie przewidzieć, kiedy samochody elektryczne będą powszechne na polskich drogach, pewne jest: nie ma odwrotu. Kilka faktów niezaprzeczalnie dowodzi, że to do samochodu elektrycznego należy przyszłość.

- Efektywność energetyczna, od wydobycia surowca energetycznego po wykorzystanie energii przez pojazd w czasie jazdy (ang. *Well-to-Wheel*), nie przekroczy dla pojazdów z silnikami spalinowymi 30%, podczas gdy w przypadku silnika elektrycznego już w najbliższej przyszłości można się spodziewać 60%.
- Oszczędza się energię także dzięki temu, że silnik samochodu elektrycznego nie pracuje, gdy samochód stoi, a także dlatego, że odzyskuje się energię podczas hamowania i kumuluje ją w akumulatorze. Daje to szczególnie duże dodatkowe efekty przy poruszaniu się w mieście, kiedy bardzo często się hamuje na światłach lub w korkach. To oznacza znacznie tańszą eksploatację. W tej chwili przejechanie 100 km samochodem elektrycznym kosztuje kilka euro, a może jeszcze mniej dzięki możliwości ładowania akumulatorów wtedy, kiedy energia elektryczna jest najtańsza, np. w nocy.
- Silnik elektryczny jest prostszy i w związku z tym tańszy od spalinowego. Ponadto nie wymaga on częstej obsługi. Dla swojego i-MiEV Mitsubishi zakłada przegląd co 20 tys. km. Jedyne trzy elementy, które wymagają okresowej wymiany to: filtr przeciwpyłowy (wymieniany co 20 tys. km), płyn hamulcowy (co 40 tys. km) i olej w przekładni (co 100 tys. km).

Kultura jazdy

Jak wykazują badania, które w maju 2009 roku przeprowadził Nissan wśród właścicieli samochodów w Wielkiej Brytanii, Francji, Niemczech, Włoszech i Hiszpanii, od poniedziałku do piątku ponad 80% przejazdów to przejazdy nie dłuższe niż 100 km dziennie. W czasie weekendu jest inaczej: niemal 60% to przejazdy dłuższe niż 150 km. Póki więc sieć punktów do ładowania nie jest rozbudowana, przeciętny samochód elektryczny może świetnie służyć w dni robocze, do jazdy do pracy i na zakupy. Sytuacja zdaje się jednak dynamicznie zmieniać. Firma e+ od maja 2011 roku zainstalowała w Warszawie 4 punkty doładowania, każdy wyposażony w 3 terminale o mocy kilku kW. Pierwsze punkty ładowania zostały zlokalizowane w czterech największych centrach handlowych w Warszawie: w Galerii Mokotów, Arkadii, CH Warszawa Wileńska i Blue City. Firma przewiduje także instalację indywidualnych punktów doładowania w miejscach wskazanych przez klientów i partnerów. Także Mielecka Agencja Rozwoju Regionalnego w ramach projektu „Budowa rynku pojazdów elektrycznych" przewiduje rozlokowanie do końca 2011 roku w Warszawie, Gdańsku, Krakowie, Katowicach i Mielcu 330 publicznych punktów ładowania. Do dziś powstało 30 takich punktów.



System ładowania informuje o tym, że akumulator auta jest już naładowany do żądanego poziomu – wysyłając wiadomość na telefon komórkowy.

Nowa kultura mobilności

Powszechnym błędem – według Stanisława Mrozika, eksperta Krajowej Agencji Poszanowania Energii – jest przekonanie, że wprowadzenie auta elektrycznego będzie jedynie zamianą samochodu spalinowego na taki z silnikiem elektrycznym. Tymczasem masowe wprowadzenie pojazdu elektrycznego jest równoznaczne ze stworzeniem prawdziwie nowej kultury mobilności. Należy się nastawić na zmiany większe niż wejście na rynek telefonu komórkowego.

Nowa koncepcja przewiduje, że samochód elektryczny będzie nie tylko pojazdem, ale wielofunkcyjnym urządzeniem. Eksploatacja i użytkowanie pojazdu masowego, np. Nissana Leaf, miałaby być monitorowana on-line przez system, który czuwa nad stanem technicznym i stanem akumulatora, przestrzega przed niebezpieczeństwem przekroczenia zasięgu, zarządza ładowanie akumulatora po najkorzystniejszej cenie energii itd. Kierowca mógłby również przekazywać do systemu swoje życzenia, np.: przygotowanie do jazdy, żądany stan naładowania akumulatora na określoną godzinę czy podgrzanie wnętrza samochodu. Ponadto system informowałby o tym, że akumulator auta jest już naładowany do żądanego poziomu – wysyłając wiadomość na telefon komórkowy. W przypadku tak inteligentnych pojazdów nic nie stałoby na przeszkodzie, by właściciel sprzedawał do sieci energię, którą zgromadził w nocy (gdy jest tania). Po wprowadzeniu dynamicznych taryf możliwe będzie zarabianie na sprzedaży energii w godzinach szczytu. Ciekawe rozwiązanie zamierza wprowadzić na rynek Mitsubishi Motors. Ma to być urządzenie, które umożliwi samochodowi elektrycznemu i-MiEV zasilanie urządzeń domowych. Energia pobierana z akumulatora wystarczy do zasilania domu przez dwa dni.

Produkcja energii

Jednym z istotnych powodów wzrostu znaczenia samochodu elektrycznego jest rozwój produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii (OZE). Efektywne jej wykorzystanie wymaga magazynowania, bo nie zawsze świeci słońce czy wieje wiatr. Przy masowym użytkowaniu samochodów elektrycznych, akumulatory mogłyby z powodzeniem spełniać rolę zasobników.

Gdy samochody elektryczne zużywają energię produkowaną z węgla, ich użytkowanie nie przyczynia się do redukcji emisji gazów cieplarnianych. Niezwykle ważne jest więc, żeby z upowszechnianiem się pojazdów elektrycznych następowała budowa lokalnych inteligentnych sieci przesyłania energii, do których podłączone byłyby lokalne zasobniki energii (akumulatory samochodów elektrycznych) pobierające prąd z rozproszonych źródeł wytwarzania energii z OZE, takich jak ogniwa fotowoltaiczne, elektrownie wiatrowe i wodne, biogazownie. W mieście świetne źródło energii mogą stanowić przetwarzane na biogaz odpady komunalne.

Nissan Leaf może z powodzeniem być wykorzystywany jako mobilne źródło zasilania. Akumulator o pojemności 24 kW zapewnia zaopatrzenie w energię elektryczną dla jednego gospodarstwa domowego przez dwa dni.



Takie inteligentne sieci lokalne mogłyby:
- zasilać lokalne odbiorniki energii z lokalnych źródeł jej wytwarzania,
- gromadzić chwilowe nadwyżki energii w lokalnych zasobnikach energii,
- oddawać (sprzedawać) energię do sieci centralnej, gdy mają jej w nadmiarze.

Komfort

Aby samochód elektryczny stał się popularny, musi zagwarantować nie gorsze użytkowanie niż tradycyjny samochód rodzinny. W innym przypadku ludzie, którzy jeżdżą w komfortowych warunkach – z klimatyzacją, w podgrzewanych fotelach, z szeregiem urządzeń ułatwiających manewrowanie i umilających podróż – nigdy się do niego nie przesiądą.
Możliwość innego podróżowania, która pojawia się wraz z samochodem elektrycznym, to miejski pojazd elektryczny przeznaczony do podróżowania na krótkich trasach w mieście. Do tej grupy pojazdów należą również samochody takie jak SAM z Pruszkowa – twierdzi ekspert. Drugą skrajnością są samochody sportowe czy luksusowe, np. TESLA Roadster. Choć ma on niezwykłe parametry: przyspieszenie: 0-100 km/h w około 4,0 s; prędkość maksymalna 210 km/h, zasięg na jednym ładowaniu: około 260 km, 370 km lub 480 km (zależnie od zestawu akumulatorów), jest stanowczo za drogi dla zwykłego śmiertelnika. Niektóre z elektrycznych pojazdów mogą z łatwością wyprzeć z rynku samochody spalinowe. Należą do nich produkowany masowo i sprzedawany od początku 2011 r. samochód Leaf firmy Nissan oraz produkowany seryjnie samochód i-MiEV firmy Mitsubishi.

Rewolucja za plecami

- *Jeśli będziemy opieszali w przyjęciu nowej kultury mobilności, zmiany nastąpią bez naszego udziału. Co prawda koszty rozwoju technologii poniosą inni, lecz znacznie mniejszy będzie nasz udział w zyskach* – twierdzi Stanisław Mrozik i dodaje: – *Nigdy nie uda się nam wykreować produktu polskiego, który będzie światowym hitem, jeśli nie będziemy uczestniczyć w rozwoju technologii, a za pozyskanie obcych technologii będziemy płacili długie lata.*
Polski rynek samochodów elektrycznych znajduje się w początkowej fazie rozwoju. Liczba zamawianych aut tego typu jest liczona w dziesiątkach sztuk rocznie. Przy łącznej liczbie 1,2 mln samochodów rejestrowanych co roku w Polsce, samochody elektryczne stanowią zaledwie 0,01%. Kwestią kluczową pozostaje więc wzrost świadomości polskich konsumentów dotyczący wpływu elektrycznych aut na środowisko.



Ostatecznym celem jest uzyskanie takiego samego zasięgu, jaki ma samochód tradycyjny. Będzie to wymagać obniżenia masy pojazdu i poprawy parametrów akumulatora.

Zbudowanie sieci stacji wymiany akumulatorów wprowadziłoby dodatkowe koszty i trudności logistyczne, wymuszałoby również ogromną nadprodukcję (w stosunku do liczby samochodów) szkodliwych dla środowiska akumulatorów, co negatywnie wpływałoby na wizerunek samochodów elektrycznych jako pojazdów ekologicznych. Mogłoby to również pogorszyć ich konkurencyjność, a więc także spowolnić rozwój baterii samochodowych ze względu na konieczność unifikacji systemów. Ograniczenie zasięgu jest jednym z najważniejszych wyzwań rozwoju aut elektrycznych. Obecnie trudno wyobrazić sobie zmianę nawyków ludzi do podróżowania i ograniczania się do pokonywania mniej niż 200 km na dobę. Zwolennicy samochodów elektrycznych liczą na równoczesną popularyzację transportu masowego. Należy jednak pamiętać, że samochód jest zwykle tańszym, wygodniejszym, docierającym wszędzie oraz cały czas dostępnym środkiem transportu.

Rysunek 3

Punkt RWE ładowania samochodów elektrycznych w Warszawie



Ze względu na te ograniczenia samochody elektryczne lansuje się głównie jako samochody miejskie. Krótkie dystanse i duża gęstość punktów ładowania baterii rzeczywiście to potwierdzają, szczególnie jeśli ładowanie w nich jest darmowe. Ale jeśli użytkownik zechce podłączyć ładowaną baterię do domowego gniazdka 230 V? Jaki jest rzeczywisty koszt eksploatacji pojazdu elektrycznego w popularnym dla tradycyjnych samochodów spalinowych przeliczeniu na 100 km? Na to pytanie nie ma jednoznacznej odpowiedzi. Zagorzali zwolennicy mówią o koszcie poniżej 10 PLN na 100 km. Jednak biorą oni pod uwagę jedynie koszt zakupu energii potrzebnej do ładowania akumulatorów. Koszt energii zużytej na przejechanie 100 km jest rzeczywiście mniejszy niż w przypadku samochodu spalinowego, jednak pobór prądu elektrycznego to nie jedyny koszt ponoszony przez właściciela. Należy bowiem pamiętać o konieczności okresowej wymiany bardzo drogich akumulatorów, które w miarę użytkowania ulegają zużyciu. Już samo to podnosi cenę przejechanych 100 km nawet do poziomu 20 zł. Nie można również zapominać o znacznie wyższym niż w przypadku pojazdów o silnikach spalinowych spadku wartości samochodów używanych.

6. Bezpieczeństwo użytkowania samochodu elektrycznego[15,16,17]

Wśród wielu argumentów przeciw pojazdom elektrycznym bardzo często przewija się kwestia bezpieczeństwa podczas wypadku. Wielu oponentów zwraca uwagę na duży ciężar akumulatorów magazynujących energię elektryczną oraz ich wpływ na zachowanie się auta podczas kolizji. Jak pokazały badania najnowszych samochodów hybrydowych (Chevrolet Volt) i elektrycznych (Nissan Leaf), obawy te nie są uzasadnione. Oba te samochody uzyskały niedawno najwyższe oceny testów zderzeniowych przeprowadzonych w Stanach Zjednoczonych. Według Instytutu Bezpieczeństwa Drogowego producenci samochodów elektrycznych, korzystając z rozwiązań i doświadczeń samochodów konwencjonalnych, opracowali konstrukcję zapewniającą porównywalne bezpieczeństwo.

Ciekawe jest porównanie masy tych dwóch pojazdów: hybrydowy Volt waży o ponad 200 kg więcej niż elektryczny Leaf, którego masa wynosi 1531,8 kg. Masa elektrycznego modelu Leaf jest porównywalna z masą kompaktowego samochodu wyposażonego w jednostkę spalinową. Samochody hybrydowe są wyposażone w dwa źródła napędu oraz inne urządzenia pomocnicze, co odbija się na końcowej wadze, tak istotnej z punktu widzenia bezpieczeństwa, ale również wpływa na zużycie energii potrzebnej na wprawienie pojazdu w ruch. Także europejskie testy zderzeniowe wykazują wysoki poziom bezpieczeństwa aut o napędzie elektrycznym. W powszechnie uznawanym na świecie teście Euro NCAP Nissan Leaf uzyskał 5 gwiazdek, co jest wynikiem maksymalnym (rys 4). Sam test bezpieczeństwa w momencie zderzenia to jednak za mało w przypadku pojazdu elektrycznego. Nie należy zapominać o instalacji elektrycznej i o tym, że wysokie napięcie może zagrażać zdrowiu lub życiu. Większość akumulatorów wysokonapięciowych w pojazdach elektrycznych lub hybrydowych generuje napięcie 400 V (niemal dwa razy większe niż w standardowym domowym gniazdku), potencjalnie śmiertelne. W Stanach Zjednoczonych już istnieje wymóg prawny, aby napięcie systemu zasilania pojazdu nie przekroczyło 60 V w ciągu pięciu sekund od momentu wypadku. W Europie takich regulacji jeszcze nie wprowadzono.

Kwestia bezpieczeństwa pojazdów elektrycznych staje się coraz ważniejsza w miarę wzrostu liczby pojazdów o napędzie elektrycznym i zwiększania ich zasięgu. Potrzebne jest stosowanie dodatkowych zabezpieczeń. Może to być na przykład system opracowany przez firmę Continental – specjalny czujnik przeznaczony do montażu w samochodach elektrycznych i hybrydowych, który w przypadku kolizji (gdy pojazd jest w trybie ładowania) natychmiast wyłączy akumulator wysokonapięciowy. Oznacza to, że personel służb ratunkowych będzie mógł wykonywać swoje zadania bez obawy o porażenie prądem elektrycznym. System koncernu Continental jest jedynie przykładem rozwiązania, jakie muszą stosować wszyscy producenci aut elektrycznych.

Kwestią związaną z bezpieczeństwem jest również niemal całkowity brak hałasu wytwarzanego przez pojazdy elektryczne. Cicha praca – wielka ich zaleta z punktu widzenia ochrony przed hałasem – zwiększa prawdopodobieństwo wypadków z udziałem pieszych, ponieważ mogą oni takiego samochodu po prostu nie usłyszeć.

15. http://ecojazda.org/index.php/2011/05/03/bezpieczenstwo-samochodow-elektrycznych-i-hybrydowych/
16. http://www.euroncap.com/results/nissan/leaf/2011/432.aspx
17. http://almotopony.pl/532/continental-czuwa-nad-bezpieczenstwem-pojazdow-elektrycznych/

7. Samochód elektryczny a ochrona środowiska[18,19]

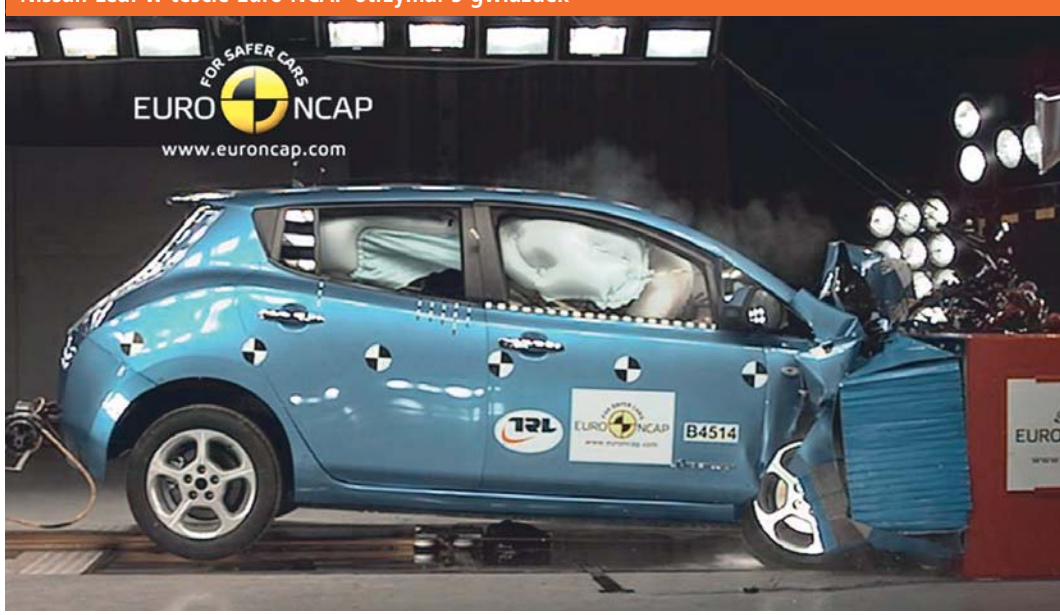
Z powodu braku systemu wydechowego, a więc także braku bezpośredniej emisji spalin, samochody elektryczne zwykło się uważać za pojazdy w pełni ekologiczne. Lokalny brak emisji substancji szkodliwych jest niewątpliwie dużym plusem, lecz inne czynniki wywierające wpływ na środowisko pozostają często niezauważone. Szczególnie ważne są produkcja, eksploatacja oraz utylizacja akumulatorów oraz źródła energii użyte do ich ładowania.

Do produkcji akumulatorów zasilających pojazdy elektryczne używa się najczęściej baterii litowo-jonowych. Obecnie jest to najpowszechniejszy typ baterii zasilających większość urządzeń elektronicznych (np. telefonów komórkowych i laptopów). Według badań[20] naukowców ze Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, wpływ samej produkcji baterii litowo-jonowej na środowisko jest stosunkowo niewielki. Największy wpływ na środowisko wywiera samo pozyskanie litu, miedzi i aluminium, potrzebnych do produkcji baterii. Ten wpływ jest jednak tak mały, że staje się niezauważalny w porównaniu szkodliwości produkcji samochodu elektrycznego ze spalinowym. Produkcja baterii to jednak nie wszystko.

Nie można przeoczyć samego okresu eksploatacji oraz utylizacji. Cykl życia baterii użytej w samochodzie elektrycznym nie przekracza 150-200 tys. km. Po tym okresie należy je wymienić, ponieważ mogą przestać spełniać wymagane kryteria (znacznie skraca się ich żywotność). Akumulatory litowo-jonowe są produktami nadającymi się do recyklingu. Większość producentów zapewnia ich darmową utylizację, dzięki temu odzyskują oni części do produkcji nowych egzemplarzy.

Pozostaje zatem kwestia eksploatacji. Właśnie ten okres „życia" baterii szwajcarscy naukowcy uważają za najbardziej szkodliwy dla środowiska. Badania dowiodły, że jeżeli źródłem energii dla ładowanej baterii nie jest elektrownia w 100% korzystająca z odnawialnych źródeł (np. wodna), to wpływ samochodu elektrycznego na środowisko jest podobny do wpływu pojazdu o napędzie benzynowym. Nie należy zapominać, że w Polsce ponad 90% energii elektrycznej końcowo zasilającej samochód elektryczny pochodzi z elektrowni opalanych węglem kamiennym lub brunatnym. Podczas spalania węgla do atmosfery uwalniane są dwutlenek węgla (CO_2), dwutlenek siarki (SO_2) oraz tlenki azotu (NO_x). To te same związki chemiczne, które są produkowane przez

Nissan Leaf w teście Euro NCAP otrzymał 5 gwiazdek



Rysunek 4

18. http://badania.net/nieekologiczny-samochod-elektryczny/
19. http://www.gizmag.com/empa-study-environmental-impact-electric-car/16181/
20. http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es903729a

samochody spalinowe. Dlatego też, według czasopisma *Green Cars Journal*, nagrodę *Green Car of The Year 2010* wygrał samochód Audi A3 z 2-litrowym, turbodoładowanym silnikiem Diesla. Jego konkurencją były m. in. hybrydowa Honda Insight i Toyota Prius. Jurorzy docenili niskie spalanie oraz wysoką wydajność jednostki napędowej Audi, a zatem niski poziom emisji szkodliwych substancji. Aby jednak rzetelnie porównać rzeczywisty wpływ na środowisko, należy porównać dwa podobne co do charakterystyk samochody. Jak się okazuje[21], elektryczny Nissan Leaf (80 kW, 280 Nm) emituje niewiele mniej CO_2 w przeliczeniu na kilometr niż spalinowa Toyota Auris (diesel 1.4, 66 kW, 205 Nm). Przeliczenie zużycia energii przez pojazd na emisję zanieczyszczeń przez polskie elektrownie wykazuje emisję 118 g/km, podczas gdy dla Toyoty Auris wynosi ona 124 g/km. Dane te wykazują przewagę samochodu elektrycznego. Według szwajcarskich badań samochód spalinowy musiałby spalać od trzech do czterech litrów paliwa, aby być tak samo przyjaznym dla środowiska, jak samochód elektryczny (przy zachowaniu takich samych właściwości) zasilany przez elektrownię emitującą średnią europejską ilość zanieczyszczeń. Dane są jeszcze bardziej korzystne dla samochodu elektrycznego, jeżeli wykorzystuje on energię odnawialną bądź ze źródeł zeroemisyjnych; dlatego samochody elektryczne niosą szansę radykalnego zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w transporcie. Z pewnością będą miały wpływ na zmniejszenie tej emisji w miastach, przenosząc jej ciężar na elektrownie. W przypadku Polski wiąże się to z przebudową całego systemu elektroenergetycznego, tak aby elektrownie były w stanie podołać dodatkowemu poborowi mocy. Wzrost popularności samochodów elektrycznych zmieniłby dzienną charakterystykę zapotrzebowania na energię elektryczną oraz mógłby przyczynić się do zmniejszenia tzw. doliny nocnej co byłoby korzystne dla producentów i dostawców energii. Wpłynąłby również na poprawę bezpieczeństwa energetycznego, zmniejszając zależność od importu ropy naftowej.
Pomimo wspomnianych wątpliwości, samochody elektryczne i hybrydowe z pewnością można uznać za przyszłość motoryzacji. Ich ważną zaletą, poza mniejszą emisją substancji szkodliwych, jest znaczne zmniejszenie poziomu hałasu. Dzięki pojazdom elektrycznym w miastach zmaleje nie tylko zanieczyszczenie powietrza, ale i hałas. To istotnie poprawi komfort życia mieszkańców.
.

8. Samochód elektryczny w prawodawstwie UE i Polski

8.1 Działania Unii Europejskiej na rzecz popularyzacji transportu elektrycznego

Unia Europejska w swojej strategii rozwoju do roku 2050[22] postawiła sobie za cel ograniczyć emisję gazów cieplarnianych o 80-95% w stosunku do wartości z lat 90. XX wieku. Sektor transportowy jest ważnym elementem tej strategii – zaplanowano, że do 2050 roku znacznie zmniejszy udział energii pochodzącej z paliw kopalnych – węgla i ropy – w ogólnej produkcji energii. Kolejnym założeniem planu jest udział energii odnawialnej w transporcie w 2020 roku równy 10%. W marcu 2011 roku Komisja Europejska przyjęła strategię Transport 2050, która zakłada, że do 2050 roku z europejskich miast znikną samochody o konwencjonalnym napędzie, a zastąpią je auta hybrydowe lub w pełni elektryczne. Tego celu nie można osiągnąć bez wprowadzenia odpowiednich przepisów, które narzucą producentom i konsumentom odpowiednie zachowania. Na razie Unia ogranicza się do wprowadzania przepisów ustanawiających limit emisji szkodliwych substancji przez silniki spalinowe. Ponadto każdy, kto zdecyduje się na zakup samochodu elektrycznego, może liczyć na spore dotacje, a zatem na pomoc innych podatników. Jedynym sposobem osiągnięcia celu strategii jest wykorzystanie energii ze źródeł zeroemisyjnych oraz odnawialnych do napędu samochodów elektrycznych. Właśnie dlatego Unia finansuje program *Green eMotion*[23], który ma przygotować Europę na pojawienie się dużej liczby samochodów elektrycznych, poprzez instalację punktów ładowania w wielu miastach Europy

21. http://solaris18.blogspot.com/2009/12/czy-samochody-elektryczne-sa.html
22. http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/oettinger/headlines/speeches/2010/09/doc/20100928_2.pdf
23. http://www.greenemotion-project.eu/about_us/

Zachodniej oraz testowanie związanej z tym koncepcji inteligentnej sieci (V2G[24]). Działanie tej sieci miałoby się opierać na zastosowaniu pojazdów elektrycznych podłączonych do gniazdka jako źródeł energii dla sieci elektroenergetycznej. Pojazd podłączony do sieci miałby stanowić źródło energii w momencie wysokiego zapotrzebowania. W ten sposób właściciel pojazdu mógłby sprzedawać energię w momencie wyższego zapotrzebowania i pobierać ją w momencie niższego zapotrzebowania (przy tańszej taryfie). Obecnie w Europie najwięcej punktów ładowania istnieje w Niemczech, lecz bardzo dużo inwestycji jest na etapie realizacji, więc nie można ocenić, kto w Europie w najbliższym czasie będzie miał najlepiej rozbudowaną infrastrukturę dla samochodów elektrycznych.

8.2 Polskie projekty

W Polsce realizowany jest projekt *Budowa rynku pojazdów elektrycznych, infrastruktury ich ładowania – podstawą bezpieczeństwa energetycznego*[25], którego celem jest umożliwienie pojawienia się w Polsce i upowszechnienia samochodów o napędzie elektrycznym. W pięciu miastach Polski mają zostać wybudowane terminale do ładowania, publiczne punkty ładowania i profesjonalne punkty serwisowe. W Warszawie, dzięki współpracy z firmą RWE, w 2011 roku oddano do użytku 10 terminali. Pozostałymi miastami, w których ma powstać taka infrastruktura, są Gdańsk, Katowice, Kraków i Mielec. W ramach projektu wydawane są samochody testowe, dzięki czemu inwestycja będzie na bieżąco sprawdzana. Osobną częścią projektu jest stworzenie nowego modelu samochodu elektrycznego. Zadanie to w 2010 roku weszło w końcowy etap realizacji[26].

9. Technologie i eksploatacja

9.1 Samochody elektryczne z akumulatorem elektrochemicznym[27]

Porównanie konstrukcji silnikowych

Samochody elektryczne z akumulatorem elektrochemicznym są najprostszą konstrukcją spośród samochodów elektrycznych. W pojeździe znajdują się akumulatory jako źródło energii oraz silnik elektryczny jako jednostka napędowa. Znacznie prostsze niż w pojeździe spalinowym są urządzenia powiązane z silnikiem; na przykład silnik elektryczny nie wymaga systemu chłodzenia. Sama jego konstrukcja jest również znacznie mniej skomplikowana niż jednostki spalinowej. Nie ma w nim systemu dolotowego ani wydechowego, zaworów, wałków rozrządu, a mniejsze jednostki nie wymagają nawet stosowania przekładni wielostopniowych. W silniku elektrycznym występuje jedynie ruch obrotowy wału, natomiast w jednostce spalinowej dopiero ruch posuwisto-zwrotny tłoków jest zamieniany poprzez korbowód na ruch obrotowy. Wszystkie te czynniki wpływają na znacznie mniejszą awaryjność i znacznie dłuższą żywotność silników elektrycznych. Zjawisko tarcia jest w nich zredukowane do minimum. Działanie silników elektrycznych nie opiera się na cyklicznych wybuchach mieszanki paliwowo-powietrznej, dlatego nie emitują one prawie żadnego hałasu.

Samochody elektryczne – jak z tego wynika – pod wieloma względami mają przewagę nad jednostkami spalinowymi. Mają też jedną poważną wadę eksploatacyjną: ograniczony zasięg. Samochód spalinowy może przejechać „na jednym baku" ok. 800 km. Napełnienie baku i kontynuacja podróży nie są żadnym wyzwaniem (poza finansowym) i już po kilku minutach od dotarcia na stację benzynową można jechać dalej. Niestety, w przypadku podróżowania samochodem elektrycznym jest to nierealne. Samochód przejedzie dokładnie tyle, na ile pozwoli mu pojemność baterii, której cykl ładowania wynosi kilka godzin. W praktyce uniemożliwia to odbywanie podróży dłuższych niż 200 km. Z tego powodu obecnie szczególny nacisk kładzie się na rozwój technik akumulatorowych.

Od czasu zbudowania pierwszego akumulatora w dziedzinie elektrochemicznych źródeł zasilania nastąpił znaczny rozwój. Bezpośrednim jego wynikiem jest powstanie baterii litowo-jonowych, podstawowego rodzaju baterii używanych w pojazdach elektrycznych. Jednakże napędy samochodów elektrycznych wymagają odpowiednich akumulatorów – konwencjonalne

24. http://www.udel.edu/V2G/
25. http://www.marr.com.pl/poig/index-1.html
26. http://www.marr.com.pl/poig/doc/POSTEPY_info%20na%20strone.doc
27. Jastrzębska G., op. cit.

akumulatory nie mogą być zastosowane. Pracuje się zatem nie tylko nad technikami magazynowania energii, ale również nad lepszą infrastrukturą dla pojazdów elektrycznych. W praktyce oznacza to stworzenie sieci masowego ładowania baterii akumulatorowych bądź stacji ich ekspresowej wymiany. W samych pojazdach stosuje się również podwójny system ładowania w celu przyspieszenia czasu ładowania akumulatora. Zasilacz własny umożliwia ładowanie prądem bezpośrednio z sieci. Czas pełnego ładowania baterii wynosi średnio 7-8 godzin. Pojazdy o podwójnym systemie ładowania przystosowane są również do tzw. szybkiego ładowania. Trwa ono ok. 40 min, lecz nie zapewnia pełnego naładowania akumulatora, a częste korzystanie z szybkiego ładowania może niekorzystnie wpłynąć na żywotność baterii. Ponadto istnieje możliwość doładowywania akumulatora podczas jazdy. Służą temu systemy odzyskiwania energii przy hamowaniu bądź „zdjęciu nogi z gazu". Obracające się wtedy koła napędzają prądnicę ładującą baterię. Może to jednak nieco pogarszać komfort jazdy, powodując nieprzyjemne uczucie hamowania przy każdorazowym „zdjęciu nogi z gazu".

9.2 Samochód elektryczny na przykładzie Mitsubishi i-MiEV

Mitsubishi i-MiEV jest seryjnie produkowanym autem elektrycznym (rys. 5). Można go nabyć również w polskich salonach za cenę około 160 tys. (cena z 2010 roku). Jest to niewielkie auto, typowo miejskie. Kierowca ma do dyspozycji elektryczną jednostkę napędową o mocy 66 KM. Napęd przeniesiony jest na koła dzięki specjalnej trzytrybowej skrzyni biegów. Tryby skrzyni biegów – B, C i D – pozwalają na dynamiczną i jednocześnie ekologiczną jazdę. Tryb B odzyskuje energię podczas zjazdów, tryb C zapewnia ekonomiczną jazdę poza miastem, a tryb D pozwala na dynamiczną jazdę w mieście. Wszystko po to, by i-MiEV inteligentnie i oszczędnie zarządzał energią. Producent udziela pięcioletniej gwarancji na system baterii oraz trzyletniej na cały samochód (z limitem 100 000 km). Pojazd posiada aktywną kontrolę trakcji (TCL) i stabilizacji pojazdu (ASC) oraz układ ABS z elektronicznym rozkładem siły hamowania. O bezpieczeństwo dbają również poduszki bezpieczeństwa kierowcy i pasażera, boczne poduszki bezpieczeństwa oraz kurtyny dla obydwu rzędów siedzeń. Zasięg samochodu podawany przez producenta wynosi 150 km. Należy jednak pamiętać, że działanie wszelkich urządzeń elektronicznych i klimatyzacyjnych ma znaczny wpływ na zasięg pojazdu. Czas ładowania baterii do pełna z tradycyjnego gniazdka wynosi ok. 6 godz. Przy ładowaniu w punkcie szybkiego ładowania (np. punkcie RWE) czas wyniesie 30 min, lecz bateria będzie naładowana jedynie w 80%. Model i-MiEV magazynuje energię w systemie baterii litowo-jonowych składających się z akumulatorów. Każdy moduł to 4 ogniwa; akumulator tworzą 22 moduły. Modułowa struktura akumulatorów pozwala zainstalować baterie zarówno w pozycji pionowej, jak i poziomej, pod podłogą.

Rysunek 5 Mitsubishi i-MiEV



Dane techniczne

Maksymalna moc (kW/RPM)	49/2500-8000
Maksymalny moment obrotowy (Nm)	180
Zużycie energii (Wh/km)	135
Napięcie baterii (V)	330
Przyspieszenie 0-100 km/h (s)	15,9
Maksymalna prędkość (km/h)	120
Minimalny promień skrętu (m)	4,5
Zasięg (km)	150
Masa własna (kg)	1110

9.3 Pojazdy hybrydowe[28]

Charakterystyka napędu

Napęd hybrydowy stanowi więcej niż jedną jednostkę napędową. Najczęściej jest to połączenie silnika spalinowego z elektrycznym. Podstawowym źródłem energii w układzie hybrydowym jest silnik spalinowy. Silnik elektryczny jest napędem pomocniczym przy zwiększonym zapotrzebowaniu na energię. Największe zastosowanie ma on w ruchu miejskim, co znacznie pozwala zredukować w mieście hałas oraz ilość zanieczyszczeń. Na dystansach dłuższych przeważa działanie jednostki spalinowej. Napędy te mogą pracować niezależnie, albo w układzie szeregowym lub równoległym. Najnowszym rozwiązaniem jest układ hybrydowy z zasadą synergii: źródła energii uzupełniają się w nim i w rezultacie osiągana moc jest większa niż suma arytmetyczna mocy jednostek składowych. Pojazdy hybrydowe stanowią dobry kompromis pomiędzy pojazdami ekologicznymi a pojazdami pokonującymi dalekie dystanse. Dzięki zastosowaniu dodatkowego silnika elektrycznego do pojazdu można wstawić mniejszą jednostkę spalinową, nie powodując zmniejszenia mocy i osiągów, zmniejszając natomiast zużycie paliwa. Silnik spalinowy, oprócz wykonywania normalnej pracy, ma za zadanie ładować akumulatory w czasie jazdy. Zasięg pojazdu jest więc ograniczony jedynie pojemnością zbiornika z paliwem. W każdym układzie hybrydowym pracuje urządzenie odwracalne. Daje to możliwość zarówno gromadzenia energii, jak i jej wykorzystania. Urządzeniem tym jest najczęściej maszyna elektryczna współpracująca z akumulatorem elektrochemicznym lub akumulator kinetyczny ze źródłem napędu.
Zaletami napędów hybrydowych są mniejsze zużycie paliwa, a zatem mniejsza emisja substancji szkodliwych dla środowiska oraz znaczna redukcja hałasu. Wadą natomiast jest większa masa spowodowana dodatkowym silnikiem elektrycznym i akumulatorami. Również cena tych samochodów jest wyższa od ceny tradycyjnych modeli spalinowych o podobnej klasie i osiągach.

Rozwiązania konstrukcyjne

Rozróżnia się trzy rodzaje konstrukcji pojazdów hybrydowych: mogą one pracować w układzie szeregowym, równoległym lub mieszanym.
W układzie szeregowym silnik spalinowy napędza generator prądu elektrycznego. Wytworzona energia przekazywana jest do silnika elektrycznego, który napędza koła oraz ładuje akumulatory. Dzięki takiemu układowi osiągana jest wysoka sprawność jednostki spalinowej, ponieważ pracuje ona jedynie w wąskim, optymalnym zakresie obrotów. Gdy zapotrzebowanie na moc przekracza możliwości silnika spalinowego i generatora, jest ona uzupełniana z akumulatorów. Możliwe jest również odzyskiwanie energii podczas hamowania. Silnik elektryczny pracuje wówczas jako prądnica i przekazuje energię do ładowania akumulatorów.
W układzie równoległym bezpośredni napęd na koła może być przekazywany zarówno z silnika spalinowego, jak i elektrycznego. Podczas normalnej jazdy jako napęd stosuje się silnik elektryczny. Silnik spalinowy włącza się dodatkowo przy większym zapotrzebowaniu na moc. Część energii silnika spalinowego jest przeznaczona również do ładowania akumulatorów. Zarówno w układzie

28. Jastrzębska G., op. cit.

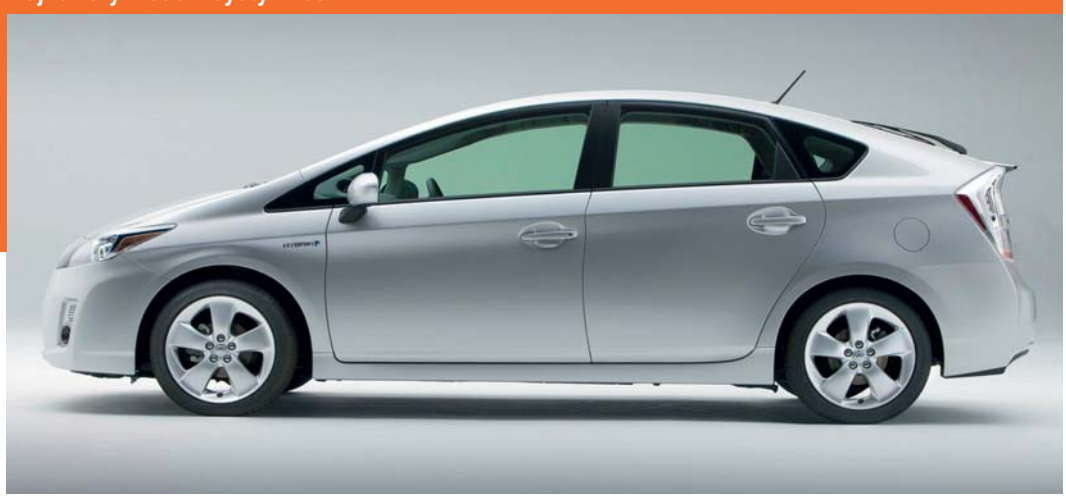
szeregowym, jak i równoległym, momenty obu silników sumują się. W najnowszych konstrukcjach hybrydowych wykorzystuje się zasadę synergii. Silnik elektryczny oraz spalinowy mogą dostarczać energię równocześnie. Dzieje się to w momentach dużego obciążenia, np. przy przyspieszaniu. Wypadkowa moc jest wtedy większa od sumy mocy składowych obu silników.

9.4 Pojazd hybrydowy na przykładzie Toyoty Prius[29]

Toyota Prius jest pierwszym masowo produkowanym samochodem hybrydowym (rys. 6). Produkcja pierwszej generacji Priusa rozpoczęła się w 1997 roku. Od tego czasu model przeszedł dwa unowocześnienia: w latach 2003 i 2009. Chociaż obecnie wielu producentów ma w swojej ofercie pojazdy hybrydowe, to właśnie Toyota zdobyła największą popularność. Nowa Toyota jest wyposażona w niezależny silnik spalinowy 1,8 VVT-i i dwa połączone ze sobą silniki elektryczne umieszczone równolegle. Zaawansowany technologicznie pełny napęd hybrydowy przetwarza dane dotyczące przyspieszenia, by określić, czy używać silnika elektrycznego, czy spalinowego, czy obu jednocześnie: przełączenia źródeł napędu są płynne. System ten pozwala na równoczesne napędzanie silnika spalinowego i ładowanie akumulatorów, w każdej chwili zapewnia więc maksymalne osiągi i ekonomiczną jazdę. Dzięki temu Toyota uzyskała łączną moc silników wynoszącą 136 KM przy średnim spalaniu 4 l/100 km i emisji CO_2 równej 89 g/km. Podczas jazdy Priusem kierowca może korzystać z trzech trybów jazdy. Tryb EV wykorzystuje jedynie silnik elektryczny, tryb Eco zwiększa ekonomiczność jazdy za pomocą zmniejszenia czułości pedału gazu, a tryb Power umożliwia korzystanie z pełnej mocy samochodu.

Rysunek 6

Najnowszy model Toyoty Prius



Dane techniczne

Silnik spalinowy	
Liczba i układ cylindrów	4-rzędowy
Mechanizm zaworów	16 V DOHC VVT-i
Pojemność skokowa (cm^3)	1798
Maksymalna moc (kW/obr. /min)	73 (99 KM) /5200
Maksymalny moment obrotowy (Nm/obr. /min)	142/4000
Silnik elektryczny	
Maksymalna moc (kW/obr. /min)	60 (80 KM) /13 500
Maksymalny moment obrotowy (Nm)	207
Osiągi	
Maksymalna prędkość (km/h)	180
Przyspieszenie 0-100 km/h (s)	10,4

29. http://www.toyota.pl/cars/new_cars/prius/index.aspx

9.5 Pojazdy z ogniwem paliwowym[30]

Ogniwo wodorowe jako źródło energii

Z wodorem jako paliwem silnika spalinowego wiązane są duże nadzieje na przyszłość. Produktem spalania wodoru w silniku spalinowym jest wyłącznie woda. Ze względu na trudności w magazynowaniu wodoru, technologia ta ciągle jest w fazie wczesnego rozwoju. Wodór można również wykorzystać do produkcji prądu elektrycznego w ogniwach paliwowych i w ten sposób zasilić silnik elektryczny pojazdu. Zapewnienie samochodowi zasięgu około 500 km przy jednorazowym zatankowaniu wodoru wymaga zaopatrzenia go w kilka kilogramów tego paliwa. Jednakże szczególne warunki, w jakich musi być przechowywany wodór, bardzo utrudniają wykorzystanie tej technologii. Aby zaopatrzyć samochód w 3 kg wodoru przechowywanego w butlach standardowych, należy go sprężyć do 150 atmosfer. Tak sprężony wodór wypełni 5 butli przy masie własnej każdej z nich równej kilkudziesięciu kilogramom. Gdyby się chciało ograniczyć liczbę butli, należałoby zwiększyć ciśnienie. Sprężenie wodoru do ciśnienia 600 atmosfer wymagałoby jednak wkładu energii równego połowie energii sprężanego paliwa; dlatego – dopóki obecna technologia ogniw paliwowych nie zostanie ulepszona – pojazdy elektryczne zasilane wodorem są jedynie nadzieją rynku motoryzacyjnego. W rozwijaniu tej techniki przodują producenci japońscy. Zarówno Honda, jak i Toyota zaprezentowały swoje modele wykorzystujące ogniwa wodorowe. Z europejskich producentów propozycje zaprezentowali Volkswagen oraz Peugeot. Przeciwko technologii ogniw paliwowych przemawia również brak stosownej infrastruktury. Stacje tankowania wodoru działają jedynie w Kalifornii, Japonii oraz w eksperymentalnych jednostkach w Niemczech. Cena tego paliwa jest porównywalna z ceną paliwa tradycyjnego, zasilającego silnik spalinowy. Potencjał zastosowania technologii ogniw wodorowych obrazuje samochód Honda FCX Clarity. Zasila ją silnik elektryczny o mocy 100 kW. Prędkość maksymalna tego pojazdu wynosi 160 km/h, a jego zasięg 434 km.

10. Elektryczny Nissan wywiad z Krzysztofem Kowalskim, dyrektorem PR na region CEE firmy Nissan

■ ***Katarzyna Teodorczuk:*** *Czy rzeczywiście Nissan nie wchodzi z pojazdami elektrycznymi na rynek kraju, z którym wcześniej nie podpisał umowy o współpracy?*

Krzysztof Kowalski: W celu zapewnienia odpowiedniego poziomu wprowadzenia produktu na rynek Nissan Leaf[31] jest sprzedawany na tych rynkach, na których istnieje niezbędna infrastruktura (stacje ładowania) oraz funkcjonują rządowe programy zachęcające do powszechnego korzystania z samochodów elektrycznych. Nissan podpisał już szereg takich umów, także z samorządami lokalnymi, w tym również z władzami Amsterdamu. Liczymy też na nawiązanie współpracy z władzami i samorządami polskimi.

■ *Ile pojazdów elektrycznych sprzedał dotąd Nissan?*

Od początku produkcji do czerwca 2011 roku dostarczyliśmy ponad 7500 egzemplarzy, w tym 4993 do Japonii i 2094 do Stanów Zjednoczonych. Blisko 500 egzemplarzy modelu Leaf trafiło do Europy (na rynki Wielkiej Brytanii, Portugalii, Irlandii i Holandii). Samochód można kupić także na innych dużych rynkach, w tym we Francji, w Hiszpanii, Szwajcarii i Belgii. Do końca roku obrachunkowego 2011 Nissan Leaf zostanie wprowadzony do sprzedaży na większości rynków Europy Zachodniej.

30. Jastrzębska G., op.cit.
31. Sojusz Renault-Nissan w grudniu 2010 r. wprowadził na rynek model Nissan Leaf - pierwszy na świecie, oferowany w przystępnej cenie, stuprocentowo elektryczny, zeroemisyjny samochód. Rok wcześniej Leaf zdobył nagrodę magazynu Time, który uznał go za jeden z 50 najważniejszych wynalazków roku. Decyzją renomowanych dziennikarzy motoryzacyjnych, Leaf uzyskał tytuł Europejskiego Samochodu Roku 2011 oraz wygrał w plebiscycie Swiatowy Samochód Roku 2011.

- *Czy Nissan Leaf mógłby stać się także zasobnikiem energii i jako taki stanowić element inteligentnych systemów elektroenergetycznych (tzw. Smart Grids)?*

W naszym rozumieniu pojazd elektryczny to nie tylko pojazd zasilany prądem elektrycznym, lecz także praktyczne akumulatorowe źródło zasilania. Nissan Leaf może z powodzeniem być wykorzystywany jako mobilne źródło zasilania, może również stanowić awaryjne źródło energii elektrycznej. Akumulator o pojemności 24 kW zapewnia zaopatrzenie w energię elektryczną dla jednego gospodarstwa domowego przez dwa dni. Ładowanie akumulatorów nocą i wykorzystywanie zgromadzonej energii w ciągu dnia może przyczynić się do obniżenia zapotrzebowania na energię w godzinach szczytu. Dalsze postępy z tym związane zaprezentujemy publicznie już wkrótce.

- *W reklamie Nissana Leaf występuje biały niedźwiedź, który jest ofiarą globalnego ocieplenia. Sugeruje to, że samochód ten powstał z pobudek ekologicznych. Czy jest to tylko chwyt reklamowy, czy rzeczywista polityka Nissana? By samochód mógł nazywać się ekologiczny, nie może przecież używać energii pozyskiwanej z paliw kopalnych.*

Ze względu na to, że zmiany klimatyczne dotyczą każdego kraju i każdego rynku, wiele branż – w tym motoryzacyjna – uczestniczy w poszukiwaniu rozwiązań, ale żadna z nich nie poradzi sobie z tym wyzwaniem samodzielnie. Branża motoryzacyjna jest gotowa do działania, ale rzeczywisty postęp w kierunku mobilności zgodnej z zasadami zrównoważonego rozwoju wymaga zawierania partnerskich umów publiczno-prywatnych. Główną domeną działalności firmy Nissan jest produkowanie samochodów, dlatego naszym wkładem może być właśnie pojazd nieemitujący spalin. W kwestii sposobu wytwarzania energii, przy tworzeniu warunków dla pełnego ekologicznego cyklu energetycznego, zamierzamy rozwinąć współpracę z firmami z branży energetycznej. W miarę zwiększania wykorzystania źródeł odnawialnych oraz rozwoju niskoemisyjnych technologii wytwarzania energii samochody elektryczne będą miały coraz większy udział w zmniejszeniu emisji z pojazdów.

- *Samochód elektryczny – czy na gaz? Jakie są „za i przeciw"? I dlaczego Nissan postawił na samochód elektryczny?*

Przede wszystkim pojazdy stuprocentowo elektryczne są jedynym sposobem na mobilność z zerową emisją, ponieważ nie emitują CO_2 w czasie jazdy, a emisja w cyklu „od źródła do kół" także jest zdecydowanie mniejsza (dokładne wartości zależą od źródeł energii wykorzystywanych na danym rynku).

Po drugie: technologia akumulatorów litowo-jonowych jest dziś na tyle rozwinięta, że spełnia wymagania również w zakresie zasięgu pojazdu. Parametry – pod względem gęstości energetycznej i kompaktowości konstrukcji – są obecnie dwa razy korzystniejsze niż pod koniec lat 90. Podobnie jest pod względem bezpieczeństwa. To efekt prawie 20-letnich badań prowadzonych przez firmę Nissan. Ponadto akumulatory konstruowane i produkowane przez sojusz Renault-Nissan charakteryzują się unikatową przewagą konkurencyjną. Dzięki joint-venture (*Automotive Energy Supply Corp.*) z firmą NEC możemy korzystać zarówno z doświadczenia NEC w produkcji akumulatorów, jak i z technologii litowo-jonowej rozwijanej przez Nissana.

- *Jaki, według Nissana, będzie dalszy rozwój produkcji samochodów elektrycznych?*

W 2015 roku nasze moce produkcyjne pozwolą na produkcję 500 000 pojazdów elektrycznych i akumulatorów rocznie, co oznacza, że będziemy jedynym na świecie producentem pojazdów elektrycznych i akumulatorów działającym w takiej skali. Wspólnie z Renault planujemy opracowanie pełnego asortymentu pojazdów elektrycznych. Nissan już ogłosił plany wprowadzenia elektrycznego vana (opartego na modelu NV200), małego dwumiejscowego samochodu miejskiego, a także kompaktowego modelu Infiniti w ciągu najbliższych trzech lat. Szacuje się, że do 2020 roku udział samochodów osobowych i dostawczych zasilanych z akumulatorów wciąż nie przekroczy 10% światowej sprzedaży nowych pojazdów.

■ *Ponieważ trudno jest jeszcze mówić o całkowitym zastąpieniu samochodu spalinowego przez pojazd elektryczny, czy Nissan prowadzi również prace nad obniżaniem emisji CO_2 i zużycia paliwa w silnikach benzynowych i wysokoprężnych?*

Prace nad obniżeniem zużycia paliwa prowadzone są w ramach ogłoszonego pod koniec 2008 roku programu Pure Drive. Skupiamy się głównie na:

- obniżaniu masy (lżejsze części i platformy, takie jak platforma V, zastosowano w nowej generacji modelu Micra),
- optymalizacji własności aerodynamicznych i oponach o obniżonym oporze toczenia,
- udoskonaleniach konstrukcyjnych w zespołach napędowych: uzyskiwaniu wyższych mocy z mniejszych pojemności dzięki zastosowaniu turbosprężarek i sprężarek mechanicznych, bezpośredniego wtrysku paliwa, optymalizacji przełożeń w skrzyniach biegów, obniżaniu tarcia między elementami silnika itd.,
- udoskonaleniu podzespołów elektrycznych, np. wprowadzeniu technologii stop & start, diodowych świateł stop.

Rozwijamy także inne technologie obniżania emisji z pojazdów: napędów hybrydowych (w większych i droższych samochodach) oraz ogniw paliwowych. Nissan dąży do tego, by stać się globalnym liderem w dziedzinie pojazdów zeroemisyjnych, dlatego nie szczędzi środków na badania w tym kierunku.

■ *Samochód elektryczny jest wciąż dość drogi w porównaniu do spalinowego. Ile dziś kosztuje Nissan Leaf?*

Cena Nissana Leaf pozostaje na dość spójnym poziomie w całej Europie i jest zbliżona do cen tego modelu w Japonii oraz Stanach Zjednoczonych. W Europie Leaf kosztuje około 36 000 EUR (z lokalnym VAT-em i bez dotacji). Po uwzględnieniu średniej dotacji w kwocie 5 000-6 000 EUR dla nabywców modelu Leaf na większości rynków, na których jest on oferowany, cena dla klienta wynosi około 30 000 EUR. To bardzo konkurencyjna oferta, a trzeba pamiętać, że właściciele Nissanów Leaf ponoszą wyraźnie niższe koszty eksploatacji i korzystają z innych niż ekonomiczne przywilejów (np. z prawa poruszania się po pasach zarezerwowanych dla autobusów lub – w niektórych krajach – prawa wjazdu do stref zamkniętych dla innych pojazdów, np. do ścisłego centrum miasta).

■ *Na poprawie jakich aspektów samochodu elektrycznego skupia się dziś Nissan?*

Zasięg Nissana Leaf wynosi, według kryteriów NEDC (*New European Driving Cycle*), 175 km. Z badań wynika, że zaspokaja to potrzeby 80% kierowców w Europie. Chcemy, by Leaf stał się głównym, a nie drugim, samochodem w gospodarstwie domowym. Byłby to zatem samochód wykorzystywany na wyjazdy do supermarketu lub po odbiór dzieci ze szkoły, i to bez wizyt na stacji benzynowej oraz przy znacząco obniżonych kosztach energii. Ostatecznym celem jest uzyskanie takiego samego zasięgu, jaki ma samochód tradycyjny. Będzie to wymagać obniżenia masy pojazdu i poprawy parametrów akumulatora. Nissan, wspólnie z Renault – partnerem w sojuszu, już nad tym pracują.

■ *Dziękuję za rozmowę.*

11. Podsumowanie

Przyszłość rynku motoryzacyjnego jest z pewnością związana z wykorzystaniem techniki silników elektrycznych. Z powodu coraz większych ograniczeń dotyczących emisji CO_2 oraz coraz większej niepewności rynku ropy, producenci są zmuszeni szukać alternatywnych rozwiązań motoryzacyjnych. Silnik elektryczny wydaje się rozwiązaniem najlepszym. Najważniejszym celem rozwoju technologii pojazdów elektrycznych jest polepszenie techniki magazynowania energii elektrycznej. Pojazd elektryczny, który będzie miał osiągi porównywalne z samochodem spalinowym, szczególnie dotyczące zasięgu i czasu ładowania, zapewni swojemu producentowi wielki sukces na rynku motoryzacyjnym. Kierowcy z pewnością będą chętnie kupować pojazd, którego cena eksploatacji może być nawet dwukrotnie niższa niż cena samochodu spalinowego.
Duże nadzieje pokłada się ponadto w technologii pozyskiwania i wykorzystania wodoru w ogniwach paliwowych. Przy założeniu przyjaznego środowisku pozyskiwania wodoru, byłaby to technologia znacznie mniej kontrowersyjna ekologicznie od wykorzystania zwykłych akumulatorów ładowanych z sieci elektroenergetycznej. Rzeczywista emisja z elektrycznych pojazdów akumulatorowych zależy od techniki wytwarzania energii. Ekologiczna opłacalność stosowania takich pojazdów w Polsce, gdzie ponad 90% energii elektrycznej wytwarzają elektrownie węglowe, jest na razie wątpliwa. Pojazdy elektryczne można uznać za rzeczywiście zeroemisyjne jedynie pod warunkiem zastosowania energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł energii np. wody czy wiatru. Najprawdopodobniej silniki elektryczne znajdą największe zastosowanie w pojazdach hybrydowych. Ta technologia jest szybko rozwijana przez większość producentów samochodów i stanowi pierwszy krok ku całkowitej elektryfikacji pojazdów mechanicznych.

Wykaz ważniejszych publikacji i opracowań na tematy energetyczno-klimatyczne przygotowanych przez Instytut na rzecz Ekorozwoju od 2006 r.

1. Polityka energetyczna Polski. Deklaracje i rzeczywistość. Warszawa 2006.
2. Zaktualizowana Prognoza oddziaływania na środowisko projektu Strategii rozwoju turystyki na lata 2007-2013. Warszawa 2006.
3. Prognoza oddziaływania na środowisko Projektu Programu Operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej. Warszawa 2007.
4. Prognoza oddziaływania na środowisko Projektu Krajowego Strategicznego Planu rozwoju obszarów wiejskich. Warszawa 2007.
5. Biopaliwa w Polsce. Możliwości i wyzwania. Warszawa 2007.
6. Funkcjonowanie systemu białych certyfikatów w Polsce jako mechanizmu stymulującego zachowania energooszczędne zasady i szczegółowa koncepcja działania. Wspólnie z firmą Procesy Inwestycyjne. Warszawa 2007.
7. Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020. Wspólnie z Instytutem Energetyki Odnawialnej. Warszawa 2007.
8. Małe ABC... Ochrony klimatu. Warszawa – trzy wydania 2007, 2008 i 2009.
9. Fundusze Unii Europejskiej na lata 2007-2013 a ochrona klimatu. Warszawa 2008.
10. Twoje miasto – Twój klimat. Warszawa 2008.
11. Jak chronić klimat na poziomie lokalnym? Warszawa 2008.
12. Jaka energetyka w zrównoważonym rozwoju? Warszawa 2008.
13. Społeczeństwo obywatelskie wobec konsekwencji zmian klimatu. Warszawa 2008.
14. Barometr zrównoważonego rozwoju. Warszawa 2008.
15. Barometr zrównoważonego rozwoju 2008/2009. Warszawa 2009.
16. Dobry klimat dla rolnictwa? Warszawa 2009.
17. Klimat a turystyka. Warszawa 2009.
18. Klimat a gospodarowanie wodami. Warszawa 2009.
19. 2°C – granica nie do przekroczenia (tłumaczenie). Warszawa 2009.
20. Energetyka jądrowa – przebieg debaty w Niemczech. Warszawa 2009.
21. Polityka klimatyczna Polski – wyzwaniem XXI wieku. Wspólnie z Polskim Klubem Ekologicznym. Warszawa 2009.
22. Alternatywna Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku. Raport techniczno-metodologiczny. Warszawa 2009.
23. Alternatywna Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku. Raport dla osób podejmujących decyzje. Warszawa 2009.
24. Energia – konieczność ale i odpowiedzialność. Broszura dla społeczeństwa. Warszawa 2009.
25. Prognozy oddziaływania na środowisko projektu Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030. Wspólnie z firmą WS Atkins. Warszawa 2010.
26. Energetyka rozproszona jako odpowiedź na potrzeby rynku (prosumenta) i pakietu energetyczno-klimatycznego. Warszawa 2010.
27. Drugie spotkanie na temat energetyki jądrowej (kraje skandynawskie). Warszawa 2010.
28. Kompleksowa ewaluacja programu ekokonwersji w Polsce. Wspólnie z firmą Ernst & Young. Warszawa 2010.
29. Energetyka rozproszona. Wspólnie z Polskim Klubem Ekologicznym. Wydanie zaktualizowane i poszerzone. Warszawa 2011.

Wykaz broszur wydanych w ramach projektu „Z energetyką przyjazną środowisku za pan brat"

1. Mała biogazownia rolnicza
2. Dom pasywny
3. Energetyka rozproszona
4. Energia w gospodarstwie rolnym
5. Energia w obiekcie turystycznym
6. Energooszczędny dom i mieszkanie
7. Inteligentne systemy zarządzania użytkowaniem energii
8. **Samochód elektryczny**
9. Urządzenia konsumujące energię
10. Zielona energia
11. Zrównoważone miasto – zrównoważona energia

Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju
00-743 Warszawa, ul. Nabielaka 15, lok. 1
tel. 22 851 04 02, e-mail: ine@ine-isd.org.pl
www.ine-isd.org.pl, www.chronmyklimat.pl