ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

| Documents of Intellectual Outputs | |
|---|---|
| Name and address of the Company | Zespół Szkół Samochodowych<br>im. inż. Tadeusza Tańskiego<br>ul. Zamenhofa 142<br>61-139 Poznań<br>Poland |
| Telephone / Fax | +48 61 8 791 21<br>+48 61 8 77 09 08 |
| E-Mail of institution | zss@samochodowka.edu.pl |
| E-Mail of coordinator | auryn11@wp.pl |
| Internet WEB | http://www.samochodowka.edu.pl |

## F.2. Project Activities

### F.2.1. Intellectual Outputs

| Output Identification | 07 |
|---|---|
| **Output Title** | Leitfaden zur Umsetzung innovativer Lernenvironments in der Ausbildung (am Beispiel Elektromobilität) |
| **Output Type** | Methodology/guidelines |
| **Output Description** | Der Leitfaden fasst die wesentlichen Ergebnisse aus dem Projekt zusammen und bündelt sie in einer Handlungsorientierung für die Lehrkräfte und Ausbilder/innen, die dann mit dem Lehrsystem / Lernenvironment in der Praxis umgehen sollen.<br>Der Leitfaden enthält<br>- Good-Practice-Beispiele zu innovativen Lernenvironments in der beruflichen Bildung – Stärkung der Handlungsorientierung im Lernprozess, Vermittlung von Zukunftstechnologien (am Beispiel Elektromobilität), Einbindung von Hochschule/Wissenschaft und betrieblich organisierter Forschung, Kooperation mit Hochschulen, Verbänden, Unternehmen. Diese Good Practice ist eine wichtige Ressource für die Adaptierung / Nutzung des Ansatzes<br>- Didaktische Hinweise zur Gestaltung eines solchen innovativen Lernenvironments – besonders am Beispiel der drei im Projekt erprobten Modelle Konzept und Qualitätsindikatoren fließen in den |

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

| | |
|---|---|
| | Leitfaden mit ein, ebenso wie Feedbacks von Lehrkräften, Ausbilder/innen, Wissenschaftler/innen und Akteuren aus Verbänden oder Unternehmen. |

**The introduction**

This development summarizes the main results of the project. The resulting "deployment guide teaching innovation of vocational education developed in the framework of the project" is a kind of user's manual (with guidelines) that describes what to teach, how and what are the methods. It is a practical tool for learners: teachers professional, practical sessions and instructors of practical training. The Guide contains examples of good practice in vocational training and in particular:

- implementation of new technologies and modern design solutions in terms of electric and hybrid drives for motor vehicles,
- software innovation and expansion sphere currently implemented curricula in the competition: techniques of motor vehicles, motor vehicle mechanic and elektromechanik motor vehicles in three blocks in question:
  - theoretical subjects of professional,
  - practical subjects (workshops),
  - practical science profession (practical and professional practice)
- the formulation and implementation of the operational objectives,
- educational measurement tools, criteria and indicators to assess the quantitative and qualitative implemented changes and get feedback for,
- cooperation of professional secondary school of technical education in developing and deploying new content to the curriculum,
- cooperation of professional secondary school of car companies in the field of diagnosis of the needs and expectations of employers for equipping graduates with new, necessary competence and skills in electro-mobility.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

## Wprowadzenie

Niniejszy opracowanie podsumowuje najważniejsze wyniki projektu. Powstały „**Przewodnik wdrożenia innowacji pedagogicznej kształcenia zawodowego opracowanej w ramach projektu**" stanowi swoistą instrukcję obsługi (z wytycznymi) opisującą czego uczyć, w jaki sposób i jakimi metodami. Jest to praktyczne narzędzie dla osób uczących: nauczycieli przedmiotów zawodowych, zajęć praktycznych i instruktorów praktycznej nauki zawodu. Przewodnik zawiera przykłady dobrych praktyk w zakresie kształcenia zawodowego a zwłaszcza:

- wdrażania nowych technologii i nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych w zakresie napędów elektrycznych i hybrydowych pojazdów samochodowych,
- innowacji programowej i metodycznej rozszerzającej aktualnie realizowane programy nauczania w zawodach: technik pojazdów samochodowych, mechanik pojazdów samochodowych i elektromechanik pojazdów samochodowych w trzech blokach przedmiotowych:
  - teoretycznych przedmiotach zawodowych,
  - praktycznych przedmiotach zawodowych (pracowniach),
  - praktycznej nauce zawodu (zajęcia praktyczne i praktyki zawodowe),
- formułowania i realizacji celów operacyjnych,
- narzędzi pomiaru dydaktycznego, kryteriów i wskaźników pozwalających dokonać oceny ilościowej i jakościowej wdrożonych zmian oraz uzyskać informację zwrotną dla nauczycieli prowadzących zajęcia w zakresie realizacji celów operacyjnych,
- współpracy szkół średnich zawodowych z uczelniami technicznymi w zakresie opracowywania i wdrażania nowych treści do programów nauczania,
- współpracy szkół średnich zawodowych z firmami samochodowymi w zakresie diagnozowania potrzeb i oczekiwań pracodawców dotyczących wyposażania absolwentów szkół w nowe, niezbędne kompetencje i umiejętności z zakresu elektromobilności.

Faza projektu: realizacja

Tytuł: przygotowanie

Opis:

Podczas spotkania inicjującego w Berlinie przygotowano instrukcje i dokonano wymiany poglądów na temat tego, co powinno być uwzględnione w projekcie, podejście jako dobrych praktyk (jako przykłady innowacyjnych środowisk uczenia się w kształceniu zawodowym, przykład mobilności elektrycznej). Kryteria powodzenia:

- Wzmocnienie orientacji operacyjnej w procesie uczenia się,
- Umieszczenie przyszłych technologii (przykład electromobility),
- Integracja (współpraca z uczelniami technicznymi,
- Zorientowanie na rynek pracy, współpraca ze stowarzyszeniami i firmami.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

Tematem dyskusji były informacje edukacyjne na temat wykorzystania uczenia i zorientowania środowiska na nowe działania i nowoczesne modele uczenia się – konieczne lub użyteczne na rynku pracy. Omówiono co powinien zawierać przewodnik (wygląd, spis treści, aktualność, użyteczność, orientacji działania, transfer). Instrukcja powinna mieć część wspólną dla wszystkich partnerów (dobra praktyka i uwagi ogólne dydaktycznych) oraz część zawierającą informacje specyficzne dla każdego regionu, kraju (zgodnie z obowiązującym prawem i regulacjami. Zostało to omówione i poddane pod głosowanie.

**Fazy projektu**

Projekt przewidywał 3 fazy:

- przygotowanie,
- realizację,
- rozpowszechnienie.

W fazie przygotowania uczestnicy projektu zdefiniowali następujące cele i zadania:

- potwierdzenie konieczności i celowości wdrożenia zmian w kształceniu zawodowym dotyczących zagadnień z zakresu napędu elektrycznego i hybrydowego pojazdów samochodowych,
- analiza treści podręczników szkolnym pod kątem materiału dotyczącego elektromobilności,
- wyszukanie, opracowanie i wdrożenie w aktualnie realizowanych programach nauczania innowacyjnych nowych technologii i rozwiązań konstrukcyjnych w zakresie elektromobilności,
- określenie zakresu informacji i materiałów zawartych w opracowywanym przewodniku,
- opracowanie wspólnego przewodnika (instrukcji) uwzględniającego dobre praktyki i ogólne wskazówki dydaktyczno-metodyczne możliwe do wykorzystania przez wszystkich partnerów projektów oraz zagadnienia i regulacje specyficzne dla każdego kraju uczestników projektu,
- określenie zakresu współpracy szkół średnich zawodowych z uczelniami technicznymi oraz pracodawcami.

W fazie realizacji projektu każdy z partnerów dokonał wyboru, określił wymagania i opracował specyfikację oraz dokumentację dotyczącą praktycznej części projektu polegającej na zbudowaniu modelu dydaktycznego dotyczącego napędu elektrycznego lub hybrydowego pojazdu samochodowego. Wspólne wymagania w tym zakresie zostały omówione i określone podczas wspólnego spotkania partnerów, rozmów trójstronnych oraz online.

W fazie rozpowszechniania efektów projektu zostały opracowane w tym zakresie wytyczne zaakceptowane przez wszystkich partnerów i wdrożone do realizacji w przyjętym zakresie i formie.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

**Uzasadnienie celowości podjętego tematu i działań niniejszego projektu**

Ograniczone zasoby naturalne ropy naftowej, szkodliwe oddziaływanie na środowisko produktów jej spalania oraz szereg istotnych wad jakimi cechują się silniki spalinowe przyczyniły się w ostatnich latach do intensyfikacji prac badawczych nad zastosowaniem w pojazdach napędów alternatywnych. Obecnie konstruktorzy wiążą największe nadzieje z napędem elektrycznym oraz hybrydowym czyli połączeniem silnika elektrycznego i spalinowego.

Silnik elektryczny doskonale nadaje się do napędu pojazdów samochodowych. Ruszanie z miejsca i jazda odbywają się w tym przypadku tylko przez „dodawanie gazu". Pojazd rusza łagodnie, bez wahań prędkości, które mają miejsce podczas zmiany biegów przy napędzie silnikiem spalinowym, porusza się cicho i nie wydziela spalin. Rozwiązanie to ma również wiele wad jednak pomimo to udział samochodów z napędem elektrycznym w światowej produkcji rośnie z uwagi na ochronę środowiska. Znajdują one zastosowanie w miejscach szczególnie narażonych na negatywne oddziaływanie spalin. Przykładem mogą być elektrycznie napędzane niewielkie samochody, motocykle lub motorowery doskonale spisujące się w wielkich aglomeracjach miejskich, lub pojazdy transportowe i wózki stosowane w zakładach produkcyjnych i zamkniętych halach.

Rozszerzający się gwałtownie w ostatnich latach rynek pojazdów hybrydowych i elektrycznych wymusza konieczność dostosowania kształcenia zawodowego (zarówno w szkołach jak i w pozaszkolnych formach doskonalenia zawodowego) o zagadnienia związane z: budową i zasadą działania alternatywnych układów napędowych, ich obsługą, diagnostyką oraz naprawą. Nierozerwalnie z tymi zagadnieniami związane są również tematy dotyczące uświadomienia zagrożeń dla bezpieczeństwa i życia osób związanych z eksploatacją tych pojazdów (użytkowników i wykonujących prace obsługowo- naprawcze). Nowa wiedza i związane z tym umiejętności dotyczą zarówno nauczycieli, trenerów jak i osoby uczące się i wchodzące na rynek pracy lub chcące się przekwalifikować.

Analiza dostępnej literatury a zwłaszcza podręczników szkolnych pozwala wyciągnąć wniosek o braku odpowiednich materiałów dotyczących napędów elektrycznych i hybrydowych w pojazdach samochodowych. Ogólne informacje dotyczące napędów elektrycznych i hybrydowych zawarte zostały tylko w dwóch podręcznikach wydawnictwa WKŁ „Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych (2010 r.) i Silniki Spalinowe (2010 r.). Całkowicie pominięte zostały zagadnienia związane z bezpieczeństwem podczas obsługi i naprawy tych pojazdów. W celu właściwego przygotowania absolwentów szkół samochodowych do wejścia na rynek pracy uzasadnione jest opracowanie przewodnika – materiału szkoleniowego z zakresu elektromobilności, z którego będą mogli korzystać zarówno nauczyciele uczący przedmiotów zawodowych teoretycznych, zajęć praktycznych jak mi uczniowie. Ostatnim etapem będzie wdrożenie zmian (innowacji pedagogicznej) w obowiązujących programach nauczania w zawodach.

Kolejną przesłanką dotyczącą konieczności wprowadzenia ww. zagadnień do programów nauczania są wyniki badań testowych przeprowadzonych w losowo wybranych zespołach klasowych Zespołu Szkół Samochodowych dotyczących wiedzy uczniów na temat

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

samochodów elektrycznych i hybrydowych. Opracowany test zawierający 9 pytań zamkniętych (liczba możliwych do zdobycia punktów – 9) i 4 pytania otwarte (liczba możliwych do zdobycia punktów – 8) został przeprowadzony w dwóch klasach – drugiej Technikum Samochodowego w zawodzie technik pojazdów samochodowych (21 uczniów) oraz w trzeciej Zasadniczej Szkoły Zawodowej w zawodzie mechanik pojazdów samochodowych (15 uczniów). Maksymalna możliwa do zdobycia liczba punktów wyniosła 13, a próg zaliczeniowy na pozytywną ocenę to 5,5 pkt (41%). Na 36 uczniów uzyskano następujące wyniki:

| Typ szkoły/ Liczba uczniów | 0 – 5,0 pkt . (ndst) | 5,5 – 7,0 pkt. (dop) | 7,5 – 9,0 pkt. (dst) | 9,5 – 11,0 pkt. (db) | 11,5 – 12,5 pkt. (bdb) | 13 pkt. (cel) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Technikum | 12 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Szkoła Zasadnicza | 10 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Razem | 22 | 11 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Razem % | 61,1% | 30,5% | 5,6% | 2,8% | 0% | 0% |

Średnia liczba punktów którą uzyskali wszyscy uczniowie wyniosła zaledwie 36% możliwych do uzyskania. Ponad 60% uczniów nie przekroczyło progu zaliczeniowego (41%). Powyższa analiza dowodzi słuszności podjętych działań wynikających z niniejszego projektu. Opracowany test wraz z kluczem odpowiedzi można będzie w przyszłości wykorzystać jako „Test efektywności nauczania” przeprowadzany na początku i po zakończeniu zajęć z zakresu napędów elektrycznych i hybrydowych (patrz punkt 07-A2).

Faza projektu: realizacja

Tytuł: Formułowanie wskazówek dydaktycznych przewodnika i ich korekcja

Opis:
Partnerzy dokonują odpowiedniej identyfikacji dobrych praktyk i opisują je. Te przykłady dobrych praktyk mają służyć jako ważne źródło dalszej pracy, przeniesienia i adaptacji podejścia w środowisku edukacyjnym. Partnerzy omawiają - każdy w regionalnych grupach roboczych oraz z partnerami zagranicznymi, wybrane dobre praktyki i pomysłów do wymiany. Na podstawie prac budowane są specyfikacje wymagań, specyfikacje systemu i dokumentowania projektowania innowacji pedagogicznych. Uwagi te są wymieniane i dyskutowane w ramach partnerstwa. Wskazane jest to co ważne jest dla danego partnera (kraju) i to co jest ponadnarodowe i może być wykorzystane przez wszystkich. W razie konieczności podjęcia dodatkowych spotkań możliwy jest kontakt online lub rozmowy

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

dwustronne. Przewodnik ma zawierać między innymi wskazówki dydaktyczne i przykłady dobrych praktyk zebrane i odpowiednio posortowane. Przewodnik zostanie utworzony w różnych wersjach językowych: angielskim, niemieckim, włoskim i polskim.

**Przewodnik dydaktyczny dotyczący zbudowanego modelu pojazdu z napędem elektrycznym**

W ramach realizowanego projektu jednym z zadań była modernizacja samochodu polegająca na zastosowaniu do napędu silnika elektrycznego. W pierwszej kolejności wybrano zespół projektowy składający się z nauczycieli Zespołu Szkół Samochodowych uczących teoretycznych i praktycznych przedmiotów zawodowych oraz wykładowców PUT (Politechniki Poznańskiej). Kolejne etapy pracy zespołu projektowego obejmowały następujące działania:

- opracowanie listy wymagań dla produktu końcowego - samochodu elektrycznego,
- wybór i pozyskanie samochodu do modernizacji,
- opracowanie specyfikacji funkcjonalnej obejmującej różne warianty,
- analiza i wybór optymalnych rozwiązań,
- opracowanie specyfikacji wykonawczej zawierającej opis i uzasadnienie wybranego wariantu, rysunki, schematy i wskazówki dla zespołu wykonawczego, elementy bezpieczeństwa (wyłączniki serwisowe),
- określenie koniecznego dodatkowego wyposażenia stanowiska obsługowego zgodnie ze standardami bezpieczeństwa (taśmy odgradzające stanowisko, tabliczki informacyjne i ostrzegawcze, sprzęt ochrony indywidualnej przed porażeniem prądem itp.),
- określenie wymaganych kwalifikacji, szkoleń i uprawnień osób bezpośrednio zaangażowanych w poszczególne etapy modernizacji samochodu.

Opracowana przez zespół projektowy lista wymagań dotycząca modyfikacji samochodu z silnikiem spalinowym na samochód z napędem elektrycznym objęła 59 pozycji. Wymagania objęły zagadnienia dotyczące ogólnych oczekiwań eksploatacyjnych, obsługi, budowy, działania, warunków termicznych, napięciowych oraz układów pomiarowych i bezpieczeństwa. Każde z wymagań zostało opisane jednym z poziomów istotności: konieczne, zalecane, wskazane. Dla wybranych pozycji określono także zakres wartości (np. trwałość akumulatorów – 10 lat, zasięg pojazdu min 50 km itp.) lub wartości oczekiwane (zasilanie osprzętu elektrycznego – napięcie 12 V, układ ładowania akumulatorów – 230V/ 16 A).

Do modernizacji wybrano samochód o niewielkiej masie własnej - Toyota Starlet (rocznik 1992) pozyskany w formie darowizny, od współpracującej ze szkołą firmy Toyota Bońkowscy. Ustalono że po wykonaniu niezbędnych prac demontażowych i blacharskich nadwozie zostanie polakierowane w dwóch kolorach pomarańczowym i zielonym - symbolizującymi ekologię i napęd elektryczny.

W opracowanej specyfikacji funkcjonalnej zespół projektowy przedstawił między innymi różne warianty struktury napędu samochodu (np. wybór silnika, sterowania i akumulatorów),

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

koncepcję opomiarowania oraz obszary wykorzystania zmodyfikowanego samochodu elektrycznego w trakcie zajęć praktycznych i zajęć w pracowniach zawodowych.

Po analizie kosztów i porównania ich z budżetem projektu oraz uwzględniając opracowaną wcześniej listę wymagań, zespół projektowy dokonał wyboru najbardziej optymalnych rozwiązań technicznych które przedstawił w specyfikacji wykonawczej. Przy udziale pracowników i studentów Politechniki Poznańskiej obliczono teoretyczny zasięg samochodu, który przy wybranym wariancie silnika i akumulatorów wyniósł 150 km. Uwzględniając różne warunki (ruchu, atmosferyczne, techniczne) zespół projektowy zastrzegł, że rzeczywisty zasięg pojazdu może być mniejszy od obliczonego, jednak i tak jest to satysfakcjonujące i umożliwi praktycznie normalną eksploatację pojazdu w warunkach ruchu miejskiego polegającą głównie na jazdach testowych i reklamie projektu.

Kolejnym etapem prac zespołu projektowego było opracowanie specyfikacji zakupu niezbędnego wyposażenia pozwalającego na bezpieczne zgodne z obowiązującymi przepisami wykonywanie prac obsługowo-naprawczych przy samochodzie elektrycznym. Dokonano zakupu taśm odgradzających stanowisko, tabliczek ostrzegawczych i informacyjnych, sprzętu ochrony osobistej (gumowych rękawic i butów z atestem). Określono niezbędne kwalifikacje i uprawnienia osób prowadzących zajęcia oraz zaangażowanych w modernizację samochodu. Opracowano także instrukcję bezpieczeństwa i zakres szkolenia stanowiskowego bhp dla uczniów wykonujących zadania i ćwiczenia przy samochodzie elektrycznym podczas zajęć praktycznych i na pracowniach zawodowych.

Do praktycznej realizacji zadania został powołany zespół wykonawczy. W jego skład weszli członkowie zespołu projektowego oraz grupa uczniów Zespołu Szkół Samochodowych i studentów wydziału Transportu i Maszyn Roboczych Politechniki Poznańskiej (PUT). Kolejne etapy pracy zespołu wykonawczego obejmowały następujące działania:

- prace demontażowe (silnik spalinowy, układ chłodzenia, układ paliwowy, tylne siedzenia),
- prace blacharskie renowacyjne oraz przeróbki niezbędne dla zamocowania akumulatorów,
- prace lakiernicze,
- przerobienie mocowania i montaż silnika elektrycznego w miejsce silnika spalinowego,
- montaż akumulatorów trakcyjnych,
- montaż instalacji i urządzeń wysokonapięciowych,
- podłączenie sterowania i zabezpieczeń,
- montaż pozostałego osprzętu (układ chłodzenia silnika i ogrzewania kabiny, podciśnieniowego wspomagania hamulców, oświetlenia, oznakowań itp.),

Końcowym zadaniem obu zespołów projektowego i wykonawczego było przygotowanie samochodu i dokumentacji do ostatecznego badania technicznego dopuszczającego samochód do ruchu na drogach publicznych.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

Zbudowany samochód elektryczny będzie wykorzystywany do przeprowadzania ćwiczeń praktycznych w pracowniach zawodowych oraz zadań praktycznych realizowanych w ramach zajęć praktycznych w warsztatach szkolnych. W tym celu opracowano tematykę zadań i ćwiczeń oraz liczbę godzin przeznaczonych na poszczególne zagadnienia.

Jednym z podstawowych wymagań przewidzianych w podstawie programowej zawodów „samochodowych" a także stawianych przez pracodawców absolwentom szkoły jest właściwe zdiagnozowanie problemów, usterek i niesprawności pojawiających się w trakcie eksploatacji pojazdów. Dobrze przeprowadzona diagnostyka pozwala jednoznacznie zidentyfikować problem oraz uszkodzony, niedziałający poprawnie element lub zespół bez jego demontażu. Efektem tego jest skrócenie procesu wymiany lub naprawy a tym samym ograniczenie kosztów, przekładające się na zadowolenie klientów.

Jednym z najważniejszych elementów diagnozy pojazdu z napędem elektrycznym jest pomiar wartości elektrycznych w instalacji układu elektrycznego i właściwa interpretacja uzyskanych wyników. Pomiar napięcia i natężenia prądu w różnych punktach i warunkach pracy pozwala między innymi ocenić pobór mocy dla każdego odbiornika. Pracownicy PUT wraz z grupą studentów opracowali zestaw pomiarowy do zmodyfikowanego samochodu elektrycznego zawierający propozycje konkretnych zadań i ćwiczeń diagnostycznych wraz ze specyfikacją koniecznych urządzeń pomiarowo-kontrolnych. Proponowane ćwiczenia z zakresu diagnostyki to:

- napięcie zestawu akumulatorów trakcyjnych (stopień naładowania akumulatorów),
- natężenie prądu pobierane z akumulatorów trakcyjnych (rola ekonomizera),
- napięcie elektryczne trafiające do silnika elektrycznego (odczyt napięcia sterowania silnika),
- natężenie prądu pobieranego przez silnik,
- napięcie ładowania akumulatorów trakcyjnych,
- natężenie prądu ładowania akumulatorów trakcyjnych.

Zaproponowane podstawowe wyposażenie stanowiska diagnostycznego przewiduje bezprzewodowe narzędzia pomiarowe np. firmy Fluke. Pomiary wykonywane tym zestawem mogą być odczytywane bezprzewodowo na ekranie smartfona. Dodatkowo można wykorzystać bezprzewodową kartę PC Fluke Connect z dodatkowym oprogramowaniem do komputera z systemem Windows. Paski magnetyczne w które wyposażone są narzędzia pomiarowe umożliwiają bezpieczne, szybkie i pewne mocowanie w badanym pojeździe, a brak przewodów umożliwia odczyt parametrów diagnostycznych także w trakcie próby drogowej. Zastosowane oprogramowanie pozwala między innymi:

- etykietować pomiary,
- tworzyć wykresy,
- zapamiętywać zmierzone wartości.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Podstawowe moduły pomiarowe opisanego zestawu to:

- moduł napięciowy DC Fluke v3001 FC – do pomiaru napięcia prądu stałego,
- bezprzewodowy amperomierz cęgowy DC a3003 – do pomiaru natężenia prądu stałego,
- moduł napięciowy AC v3000 – do pomiaru napięcia prądu przemiennego,
- moduł prądowy AC a3001 – do pomiaru natężenia prądu przemiennego.

Oprócz diagnostyki układu wysokonapięciowego przewidziano także ćwiczenia i zadania z zakresu mechaniki:

- demontaż i montaż elementów i zespołów,
- obsługę i naprawę;
  - układu przeniesienia napędu (sprzęgło, skrzynka biegów),
  - układu chłodzenia silnika elektrycznego (wymiana płynu chłodzącego, pompy cyrkulacyjnej, przewodów),
  - układu hamulcowego (wymiana klocków, szczęk, pompki podciśnieniowej),
  - układu ogrzewania samochodu (elementy grzejne, nagrzewnica),
- kontrola działania, regulacje (np. pompki podciśnieniowej w układzie hamulcowym),
- naprawa układu ładowania i ładowanie akumulatorów trakcyjnych.

Wskazówki dydaktyczne:

- samochód musi zapewnić łatwość dostępu do elementów instalacji wysokonapięciowej (zapewnienie przede wszystkim poglądowości, nawet kosztem ograniczenia funkcjonalności) z uwagi na dydaktyczny charakter samochodu – np. wymontowane tylne siedzenia i przeźroczysta obudowa akumulatorów trakcyjnych wykonana z pleksi,
- instalacja wysokonapięciowa musi zostać w odpowiedni sposób oznakowana (osłony i izolacje przewodów w ostrzegawczym kolorze pomarańczowym,
- elementy wysokonapięciowe muszą zostać oznakowane i opisane odpowiednimi zawieszkami,
- do samochodu musi zostać opracowana ogólna instrukcja obsługi i bezpiecznego użytkowania,
- dla samochodu należy przewidzieć oddzielne wyznaczone i oznakowane stanowisko zabezpieczone przed dostępem osób niepowołanych (np. innych uczniów nieuczestniczących w zajęciach),
- na stanowisku w widocznym miejscu musi zostać umieszczona instrukcja bezpieczeństwa,
- przed dopuszczenie do zajęć uczniowie muszą zostać przeszkoleni z zakresu bezpieczeństwa wg opracowanego programu szkolenia stanowiskowego a następnie muszą potwierdzić swoim podpisem przeszkolenie na przygotowanej liście,

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

- uczniowie mogą wykonywać prace diagnostyczno-obsługowo-naprawcze przy samochodzie elektrycznym wyłącznie po odłączeniu wysokiego napięcia przez osobę upoważnioną, która zobowiązana jest także do sprawdzenia braku napięcia, zabezpieczenia przed przypadkowym włączeniem napięcia prze osoby niepowołane i odpowiedniego oznakowania pojazdu na każdym etapie prowadzonych prac.

**Zmodyfikowane programy nauczania w zawodach**

Zespół Szkół Samochodowych prowadzi kształcenie zawodowe w oparciu o własne autorskie (opracowane przez zespół nauczycieli przedmiotów zawodowych) programy nauczania dla zawodów:

- technik pojazdów samochodowych,
- mechanik pojazdów samochodowych,
- elektromechanik pojazdów samochodowych.

Powyższe programy podlegają ewaluacji i są na bieżąco modyfikowane i uaktualniane o najnowsze rozwiązania konstrukcyjne i nowe technologie. Udział Zespołu Szkół w niniejszym projekcie pozwolił na usystematyzowanie wiedzy z zakresu napędów hybrydowych i elektrycznych a także pozyskać we współpracy z partnerami najnowszych materiałów w tym zakresie. Pozyskana wiedza i nabyte doświadczenie pozwoliły opracować i wdrożyć do aktualnych programów nauczania nowe treści i ćwiczenia praktyczne dotyczące innowacyjnych technologii z zakresu samochodów hybrydowych i elektrycznych.

Modyfikacja programów nauczania w zawodach objęła następujące etapy:

- zebranie z różnych źródeł: informacji, materiałów szkoleniowych i dydaktycznych z zakresu budowy, zasady działania, obsługi, diagnostyki i naprawy samochodów o napędzie elektrycznym i hybrydowym,
- nawiązanie współpracy z koncernami samochodowymi w zakresie doskonalenia zawodowego nauczycieli i umożliwienia im udziału w szkoleniach dotyczących napędu elektrycznego,
- wytypowanie grupy nauczycieli przedmiotów zawodowych i ich udziału w szkoleniach dotyczących napędów elektrycznych i hybrydowych organizowanych przez Toyotę Motor Poland, Volkswagen Polska i Mercedes Polska (pozyskanie materiałów szkoleniowych i pomocy dydaktycznych w formie opracowań, filmów i prezentacji),
- opracowanie przez nauczycieli dwóch skryptów (stanowiących uzupełnienie obowiązujących podręczników szkolnych) *„Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych samochodów hybrydowych”* oraz *„Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych samochodów elektrycznych”* i udostępnienie ich na terenie szkoły dla nauczycieli i uczniów,
- ustalenie przez Szkolną komisję przedmiotów zawodowych przedmiotów teoretycznych i praktycznych, do programu nauczania których wprowadzone zostaną innowacyjne treści oraz osób odpowiedzialnych za ich opracowanie i wdrożenie,

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

- dokonanie modyfikacji programu nauczania (wynikowych planów dydaktycznych, operacyjnych celów kształcenia i kryteriów oceniania) z wybranych przedmiotów oraz zebranie i przygotowanie niezbędnych materiałów dydaktycznych (prezentacji, filmów, zestawów ćwiczeń) a także narzędzi pomiaru dydaktycznego (testów),
- zatwierdzenie zmian przez autorów programów nauczania oraz zaopiniowanie ich przez Szkolna komisję przedmiotów zawodowych i Radę Pedagogiczną,
- dopuszczenie przez Dyrektora Zespołu Szkół zmodyfikowanych programów nauczania w zawodach do użytku szkolnego i wpisanie ich do Szkolnego Zestawu Programów Nauczania na nowy rok szkolny.

Szkolna komisja przedmiotów zawodowych wybrała do modyfikacji programy nauczania z następujących przedmiotów zawodowych w zawodzie:

a. **Technika pojazdów samochodowych**:
   - teoretycznych (Nadwozia i podwozia pojazdów samochodowych oraz Układy elektryczne i elektroniczne pojazdów samochodowych),
   - praktycznych (Pracownia diagnostyki samochodowej, Pracownia mechatroniki samochodowej oraz Zajęcia praktyczne).
b. **Mechanika pojazdów samochodowych**:
   - teoretycznych (Nadwozia i podwozia pojazdów samochodowych oraz Układy Elektryczne i elektroniczne pojazdów samochodowych),
   - praktycznych (Pracownia diagnostyki samochodowej i Zajęcia praktyczne).
c. **Elektromechanika pojazdów samochodowych**:
   - teoretycznych (Nadwozia i podwozia pojazdów samochodowych oraz Układy elektryczne i elektroniczne pojazdów samochodowych),
   - praktycznych (Pracownia mechatroniki samochodowej oraz Zajęcia praktyczne).

Wymienione w modyfikacji przedmioty zostały zaznaczone na zamieszczonych poniżej Szkolnych Planach Nauczania kolorem czerwonym.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

| | SZKOLNY PLAN NAUCZANIA NR TS/TPS/2016 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | TECHNIKUM SAMOCHODOWE | | | | | | | | | | | | |
| | TECHNIK POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH 311513 | | | | | | | | | | | | |
| LP | PRZEDMIOT | TYGODNIOWA LICZBA GODZIN W KLASIE/OKRESIE | | | | | | | | ŁĄCZNIE GODZIN TYGOD. | LICZBA GODZIN W CYKLU 30 tyg./r. | MIN. LICZBA GODZIN |
| | | I | | II | | III | | IV | | | | |
| | | TEORETYCZNA LICZBA TYGODNI W ROKU SZKOLNYM | | | | | | | | | | |
| | | 38 | | 38 | | 34 | | 30 | | | | |
| | | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 15 | 19 | 11 | | | |
| | | I OKR. | II OKR. | I OKR. | II OKR. | I OKR. | II OKR. | I OKR. | II OKR. | | | |
| 18 | Bezpieczeństwo i higiena pracy | 1 | 1 | | | | | | | 1 | 30 | |
| 19 | Język angielski zawodowy | | | 1 | 1 | | | | | 1 | 30 | |
| 20 | Organizacja i zarządzanie przedsiębiorstwem samochodowym | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 30 | |
| 21 | Podstawy budowy maszyn | 3 | 3 | | | | | | | 3 | 90 | |
| 22 | Przepisy ruchu drogowego | | | 1 | 1 | | | | | 1 | 30 | |
| 23 | Silniki pojazdów samochodowych | | | 4 | 4 | | | | | 4 | 120 | |
| 24 | Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych | 2 | 2 | 3 | 3 | | | | | 5 | 150 | |
| 25 | Układy elektryczne i elektroniczne pojazdów samochodowych | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 6 | 180 | |
| | RAZEM GODZIN PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH TEORETYCZNYCH | 8 | 8 | 11 | 11 | 2 | 2 | 1 | 1 | 22 | 660 | 735 |
| 26 | Pracownia elektrotechniki i elektroniki | | | | | 3 | 3 | | | 3 | 90 | |
| 27 | Pracownia diagnostyki samochodowej | | | | | 6 | 6 | | | 6 | 180 | |
| 28 | Pracownia mechatroniki samochodowej | | | | | | | 5 | 5 | 5 | 150 | |
| 29 | Pracownia organizacji i nadzorowania obsługi pojazdów samochodowych | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 60 | |
| 30 | Zajęcia praktyczne | | | 6 | 6 | 6 | 6 | | | 12 | 360 | |
| | RAZEM GODZIN PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH PRAKTYCZNYCH | 0 | 0 | 6 | 6 | 15 | 15 | 7 | 7 | 28 | 840 | 735 |
| | RAZEM GODZIN PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH | 8 | 8 | 17 | 17 | 17 | 17 | 8 | 8 | 50 | 1500 | 1470 |
| 31 | Praktyki zawodowe | | | | | | *160 h* | | | | ***160 h*** | *160 h* |
| | EGZAMINY POTWIERDZAJĄCE KWALIFIKACJE ZAWODOWE | | | | | | M.18 | | M.12 | | | |
| | | | | | | | | | M.42 | | | |
| | Praktyki zawodowe realizowane w II okresie 3 klasy (maj) w wymiarze 4 tygodni - 20 dni x 8 godz. zegarowych/dziennie = 160 godzin zegarowych | | | | | | | | | | | |

Rys. 1 Szkolny Plan Nauczania przedmiotów zawodowych w zawodzie Technika pojazdów Samochodowych

| | SZKOLNY PLAN NAUCZANIA NR ZSZ/MPS/2016 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ZASADNICZA SZKOŁA ZAWODOWA | | | | | | | | | | |
| | MECHANIK POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH 723103 | | | | | | | | | | |
| LP | PRZEDMIOT | TYGODNIOWA LICZBA GODZIN W KLASIE/OKRESIE | | | | | | ŁĄCZNIE GODZIN TYGOD. | LICZBA GODZIN W CYKLU 32 tyg./r. | MIN. LICZBA GODZIN |
| | | I | | II | | III | | | | |
| | | TEORETYCZNA LICZBA TYGODNI W ROKU SZKOLNYM | | | | | | | | |
| | | 38 | | 38 | | 36 | | | | |
| | | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 17 | | | |
| | | I OKR. | II OKR. | I OKR. | II OKR. | I OKR. | II OKR. | | | |
| 15 | Bezpieczeństwo i higiena pracy | 1 | 1 | | | | | 1 | 32 | |
| 16 | Język angielski zawodowy | | | | | 1 | 1 | 1 | 32 | |
| 17 | Podejmowanie i prowadzenie działalności gospodarczej | | | | | 1 | 1 | 1 | 32 | |
| 18 | Podstawy budowy maszyn | 2 | 2 | 1 | 1 | | | 3 | 96 | |
| 19 | Przepisy ruchu drogowego | | | | | 1 | 1 | 1 | 32 | |
| 20 | Silniki pojazdów samochodowych | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 4 | 128 | |
| 21 | Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych | 2 | 2 | 3 | 3 | | | 5 | 160 | |
| 22 | Układy elektryczne i elektroniczne pojazdów samochodowych | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 128 | |
| | RAZEM GODZIN PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH TEORETYCZNYCH | 7 | | 8 | | 5 | | 20 | 640 | 630 |
| 23 | Pracownia diagnostyki samochodowej | | | | | 6 | 6 | 6 | 192 | |
| 24 | Zajęcia praktyczne | 6 | 6 | 12 | 12 | 6 | 6 | 24 | 768 | |
| | RAZEM GODZIN PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH PRAKTYCZNYCH | 6 | | 12 | | 12 | | 30 | 960 | 970 |
| | RAZEM GODZIN PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH | 13 | | 20 | | 17 | | 50 | 1600 | 1600 |
| | EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE ZAWODOWE | | | | | | M.18 | | | |

Rys. 2 Szkolny Plan Nauczania przedmiotów zawodowych w zawodzie Mechanik pojazdów Samochodowych

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

| | SZKOLNY PLAN NAUCZANIA NR ZSZ/EPS/2016 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ZASADNICZA SZKOŁA ZAWODOWA | | | | | | | | | | |
| | ELEKTROMECHANIK POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH 741203 | | | | | | | | | | |
| LP | PRZEDMIOT | TYGODNIOWA LICZBA GODZIN W KLASIE/OKRESIE | | | | | | ŁĄCZNIE GODZIN TYGOD. | LICZBA GODZIN W CYKLU 32 tyg./r. | MIN. LICZBA GODZIN |
| | | I | | II | | III | | | | |
| | | TEORETYCZNA LICZBA TYGODNI W ROKU SZKOLNYM | | | | | | | | |
| | | 38 | | 38 | | 36 | | | | |
| | | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 17 | | | |
| | | I OKR. | II OKR. | I OKR. | II OKR. | I OKR. | II OKR. | | | |
| 15 | Bezpieczeństwo i higiena pracy | 1 | 1 | | | | | 1 | 32 | |
| 16 | Język angielski zawodowy | | | | | 1 | 1 | 1 | 32 | |
| 17 | Podejmowanie i prowadzenie działalności gospodarczej | | | | | 1 | 1 | 1 | 32 | |
| 18 | Podstawy budowy maszyn | 1 | 1 | 2 | 2 | | | 3 | 96 | |
| 19 | Przepisy ruchu drogowego | | | | | 1 | 1 | 1 | 32 | |
| 20 | Silniki pojazdów samochodowych | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 2 | 64 | |
| 21 | Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych | 1 | 1 | 2 | 2 | | | 3 | 96 | |
| 22 | Układy elektryczne i elektroniczne pojazdów samochodowych | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 8 | 256 | |
| | RAZEM GODZIN PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH TEORETYCZNYCH | 7 | | 8 | | 5 | | 20 | 640 | 630 |
| 23 | Pracownia elektrotechniki i elektroniki | | | 6 | 6 | | | 6 | 192 | |
| 24 | Pracownia mechatroniki samochodowej | | | | | 6 | 6 | 6 | 192 | |
| 25 | Zajęcia praktyczne | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 18 | 576 | |
| | RAZEM GODZIN PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH PRAKTYCZNYCH | 6 | | 12 | | 12 | | 30 | 960 | 970 |
| | RAZEM GODZIN PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH | 13 | | 20 | | 17 | | 50 | 1600 | 1600 |
| | EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE ZAWODOWE | | | | | | M.12 | | | |

Rys. 3 Szkolny Plan Nauczania przedmiotów zawodowych w zawodzie Elektromechanika pojazdów samochodowych

Opracowane przez nauczycieli materiały szkoleniowe w formie skryptów *„Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych samochodów hybrydowych”* oraz *„Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych samochodów elektrycznych”* zawierają między innymi: następujące zagadnienia:

- ideę napędu hybrydowego i elektrycznego,
- identyfikację pojazdów elektrycznych i hybrydowych,
- rodzaje napędów hybrydowych i elektrycznych,
- przykładowe rozwiązania konstrukcyjne napędów hybrydowych i elektrycznych ,
- podstawy diagnostyki, obsługi i naprawy pojazdów z napędem elektrycznym i hybrydowym
- procedury bezpieczeństwa podczas serwisowania pojazdów hybrydowych i elektrycznych.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

# Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych samochodów hybrydowych

(OPRACOWAŁ: Marek Gabryelewicz)

**Spis treści**

Streszczenie
1. Idea napędu hybrydowego
2. Rodzaje napędów hybrydowych
3. Sterowanie napędem hybrydowym
4. Różne rozwiązania konstrukcyjne napędów hybrydowych
5. Napędy hybrydowe z zastosowaniem ogniw paliwowych
6. Napęd hybrydowy z zastosowaniem ogniwa regeneratywnego
7. Procedury bezpieczeństwa podczas serwisowania pojazdów hybrydowych

Bibliografia

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

## Streszczenie

Niniejsze opracowanie zawiera opis działania współczesnych układów hybrydowych stosowanych w pojazdach samochodowych. Przedstawiona jest idea napędu hybrydowego i jego zalety w stosunku do tradycyjnego konwencjonalnego napędu spalinowego. W drugim punkcie omówione są różne rodzaje napędu hybrydowego w zależności od stopnia hybrydyzacji: pojazdy o niepełnym napędzie hybrydowym – Mild Hybrid oraz o pełnym napędzie hybrydowym – Full Hybrid. Kolejna klasyfikacja omawia różnice pomiędzy układami hybrydowymi pojazdów w zależności od układu połączeń. Dokonana jest analiza budowy, połączeń poszczególnych zespołów, podzespołów i elementów układu, przepływ strumienia mocy oraz zasada działania. Kolejny rozdział opisuje sposób sterowania napędem hybrydowym i powiązania między poszczególnymi zespołami i układami pojazdu. W punkcie czwartym przedstawiono budowę i zasadę działania przykładowych rozwiązań układów hybrydowych dostępnych obecnie na rynku motoryzacyjnym. Omówiono układy hybrydowe takich pojazdów jak: Toyota Prius (P111 oraz PHV), Lexus RX 400h, Honda Civic i VW Touareg Hybrid. Przedstawione jest działanie poszczególnych zespołów w różnych stanach pracy pojazdu (np. postój, ruszanie z miejsca, jazda z ustaloną prędkością, gwałtowne przyspieszanie, manewrowanie i cofanie oraz odzysk energii podczas hamowania). W piątym i szóstym rozdziale omówione zostały napędy hybrydowe będące obecnie w fazie badań (z wykorzystaniem ogniwa paliwowego oraz ogniwa regeneratywnego). Ostatni siódmy rozdział opisuje bardzo ważne i istotne procedury bezpieczeństwa podczas serwisowania pojazdów hybrydowych oraz kompetencji osób zatrudnionych w stacjach serwisowych. Całość opracowania zawiera wiele rysunków i schematów z firmowych materiałów szkoleniowych oraz własnych zdjęć.

### 1. Idea napędu hybrydowego

**Napęd hybrydowy** polega na połączeniu dwóch źródeł napędu np. silnika spalinowego z silnikiem elektrycznym lub silnika elektrycznego i ogniwa paliwowego (np. wodorowego) wytwarzającego energię elektryczną. Poprzez odpowiednie sterowanie uzyskuje się optymalne wykorzystanie mocy i zalet obu silników. Zastosowany do napędu silnik spalinowy może być silnikiem o zapłonie iskrowym lub samoczynnym. Cała tajemnica polega na odpowiednim sterowaniu strumieniem energii generowanej przez obydwa źródła, w zależności od warunków pracy i obciążenia. Układ ten zapewnia większe osiągi, przy jednoczesnym znacznym ograniczeniu zużycia paliwa i zmniejszeniu emisji toksycznych składników spalin.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

## 2. Rodzaje napędów hybrydowych

W zależności od **stopnia hybrydyzacji** układu napędowego można wyróżnić:

- pojazdy o **niepełnym napędzie hybrydowym** tzw. Mild Hybrid,
- pojazdy o **pełnym napędzie hybrydowym** tzw. Full Hybrid.

W **niepełnym napędzie hybrydowym** silnik spalinowy jest tylko wspomagany przez silnik elektryczny., który w zależności od stanu pracy dostarcza dodatkową moc lub wspomaga hamowanie pojazdu pozwalając odzyskać część energii hamowania. Silnik elektryczny jest źródłem dodatkowego momentu obrotowego, który sumuje się z obrotowym silnika spalinowego. Do zasilania silnika elektrycznego stosuje się akumulatory energii elektrycznej. Napęd wyłącznie elektryczny jest możliwy tylko przy jednoczesnym obracaniu się wału silnika spalinowego, ponieważ nie ma możliwości ich rozłączenia. Ten sposób napędu hybrydowego stosowany jest tylko w przypadku gdy opory ruchu silnika spalinowego nie są zbyt duże i gdy jest on wyposażony w układ odłączania cylindrów. Niepełny napęd hybrydowy jest na ogół realizowany jako równoległy. W stosunku do konwencjonalnych pojazdów zastosowanie niepełnego napędu hybrydowego może zmniejszyć zużycie paliwa o ok. 15% (wg europejskiego testu jezdnego NEDC [1]).

W **pełnym napędzie hybrydowym** silnik spalinowy współpracuje z jedną lub dwoma maszynami elektrycznymi. Oprócz napędu silnikiem spalinowym i wspomagania go silnikiem elektrycznym, możliwy jest również napęd wyłącznie elektryczny na znacznie dłuższym odcinku drogi. W porównaniu do konwencjonalnych pojazdów, zastosowanie pełnego napędu hybrydowego może zmniejszyć zużycie paliwa nawet do 30% (wg europejskiego testu jezdnego NEDC [1]). Pełny napęd hybrydowy może występować w wersji umożliwiającej zewnętrzne ładowanie akumulatorów (np. z sieci elektrycznej poprzez odpowiednią ładowarkę). W takim przypadku stosowane są akumulatory o większej pojemności.

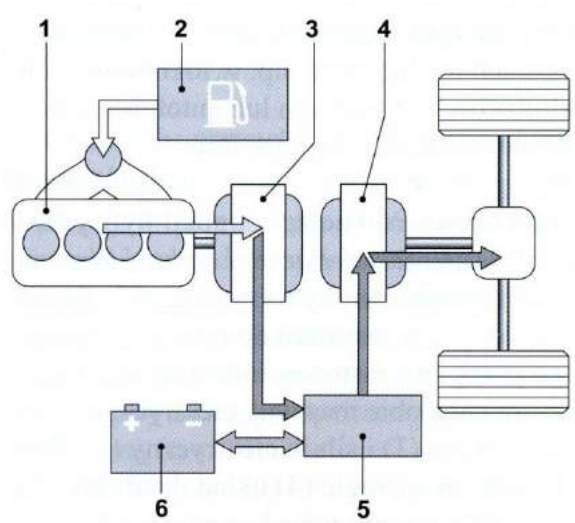
W zależności od **układu połączeń** rozróżniamy następujące rodzaje napędu hybrydowego:

- **szeregowy,**
- **szeregowo-równoległy,**
- **równoległy,**
- **o rozdzielonej mocy,**
- **dwuzakresowy.**

W **szeregowym układzie hybrydowym** silnik spalinowy i dwie maszyny elektryczne (generator prądu oraz silnik elektryczny) umieszczone są rzędowo. Silnik spalinowy napędza wyłącznie generator i nie jest połączony z kołami pojazdu. Generator wytwarza prąd zmienny, który po przejściu przez falownik (przemiennik napięcia), zasila silnik elektryczny przekazujący napęd na koła pojazdu. Silnik spalinowy małej mocy działa ze stałą prędkością obrotową w zakresie swojej najwyższej sprawności. Podczas jazdy silnik spalinowy napędzając generator może dodatkowo ładować akumulatory. W tym celu prąd zmienny zostaje w falowniku zamieniony na prąd stały. W przypadku zasilania silnika elektrycznego płynącym z akumulatorów prądem stałym falownik zamienia go na prąd zmienny. Wadą szeregowego układu napędowego jest kilkakrotne przetwarzanie energii co wiąże się z dużymi stratami oraz duża masa i wymiary całego układu napędowego. Zastosowanie go w samochodach osobowych jest bardzo ograniczone natomiast może być wykorzystany do napędu autobusów eksploatowanych w ruchu miejskim.

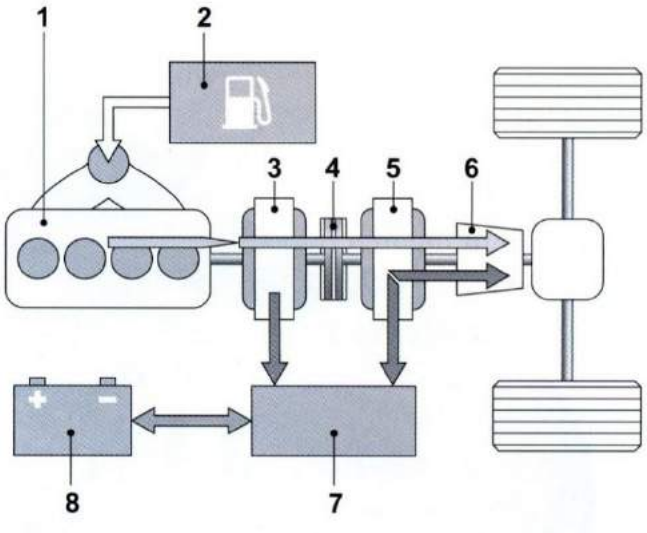
Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 2.1. Szeregowy układ hybrydowy [1]
1 – silnik spalinowy, 2 – zbiornik paliwa, 3 – generator prądu, 4 – silnik elektryczny, 5 – przemiennik napięcia (falownik), 6 – akumulatory.

**Szeregowo-równoległy układ napędu hybrydowy** jest modyfikacją układu szeregowego. Generator prądu i silnik elektryczny są połączone za pomocą sprzęgła. Gdy sprzęgło jest wyłączone układ działa tak samo jak szeregowy. Po włączeniu sprzęgła silnik spalinowy może przekazywać moc bezpośrednio na osie napędowe tak jak układ równoległy. Rozwiązanie to pozwala zastosować mniejsze maszyny elektryczne, ponieważ przenoszona przez nie moc nie musi odpowiadać całkowitej mocy napędowej pojazdu.



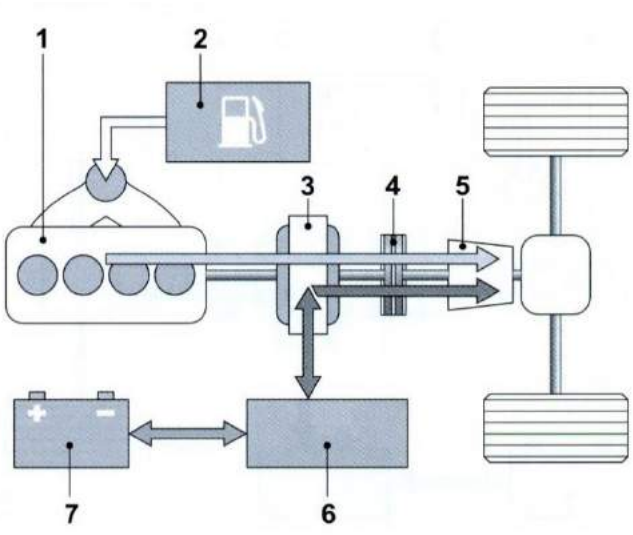

Rys. 2.2. Szeregowo-równoległy układ hybrydowy [1]

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

W **równoległym układzie hybrydowym** występuje tylko jedna maszyna elektryczna połączona mechanicznie z wałem korbowym silnika spalinowego. Stałe połączenie powoduje, że nie może ona pracować niezależnie od silnika spalinowego, a wały obydwu zespołów obracają się z tą samą prędkością obrotową. Maszyna elektryczna pełni rolę generatora prądu oraz silnika elektrycznego. W zależności od miejsca umieszczenia maszyny elektrycznej i liczby zastosowanych sprzęgieł wyróżnia się następujące ***równoległe układy hybrydowe***:

- ***z jednym sprzęgłem,***
- ***z dwoma sprzęgłami,***
- ***o rozdzielonych osiach,***
- ***z różnymi skrzynkami biegów.***

W rozwiązaniu ***równoległego układu hybrydowego z jednym sprzęgłem*** maszyna elektryczna jest na stałe połączona z wałem korbowym silnika spalinowego, co oznacza, że nie może pracować niezależnie od niego. Za maszyną elektryczną znajduje się sprzęgło oraz skrzynka biegów. Podczas hamowania z odzyskiem energii silnik spalinowy stwarza dodatkowe opory, co powoduje ograniczenie rekuperacji. Poruszanie się pojazdu wyłącznie z napędem elektrycznym jest możliwe wyłącznie z bardzo małą prędkością. Najprostszym rozwiązaniem tego układu jest maszyna elektryczna osadzona na wale korbowym silnika spalinowego. Służy ona jako rozrusznik silnika spalinowego, generator prądu zasilający akumulatory oraz silnik elektryczny wspomagający pracę silnika spalinowego (niepełny napęd hybrydowy).



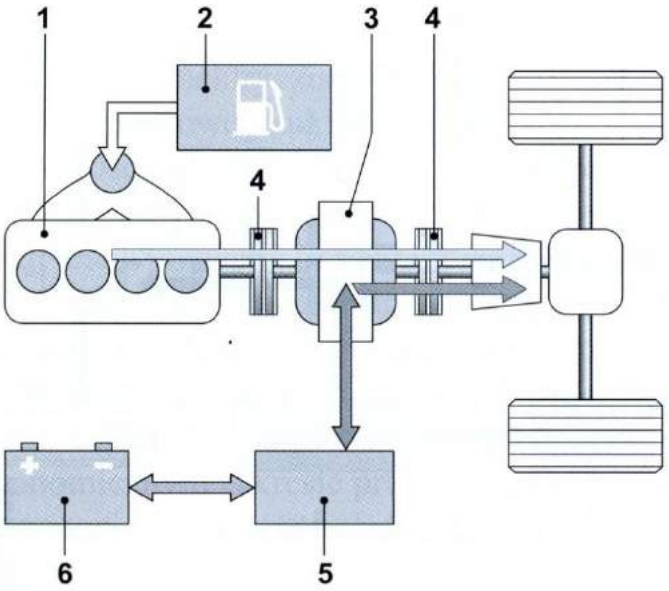

Rys. 2.3. Równoległy układ hybrydowy z jednym sprzęgłem [1]
1 – silnik spalinowy, 2 – zbiornik paliwa, 3 – silnik elektryczny, 4 – sprzęgło, 5 – skrzynka biegów, 6 – przemiennik napięcia (falownik), 7 – akumulatory.

W ***równoległym układzie hybrydowym z dwoma sprzęgłami*** zastosowano dodatkowe drugie sprzęgło pomiędzy silnikiem spalinowym i maszyną elektryczną. Wyłączenie tego sprzęgła rozłącza silnik elektryczny od silnika spalinowego. Pozwala to wykorzystać pełną moc silnika elektrycznego do napędu kół pojazdu bez ponoszenia strat związanych z obracaniem wału korbowego silnika spalinowego. Podczas napędu elektrycznego silnik elektryczny dysponuje wystarczającym zapasem mocy pozwalającym na zachowanie w każdej chwili możliwości rozruchu silnika spalinowego.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Dodatkowe drugie sprzęgło rozłączane jest również w momencie hamowania aby rekuperacja energii nie była ograniczona momentem oporów silnika spalinowego.




Rys. 2.4. Równoległy układ hybrydowy z dwoma sprzęgłami [1]
1 – silnik spalinowy, 2 – zbiornik paliwa, 3 – silnik elektryczny/generator, 4 – sprzęgło,
5 – przemiennik napięcia (falownik), 6 – akumulatory.

W ***równoległym układzie hybrydowym o rozdzielonych osiach*** silnik spalinowy i maszyna elektryczna nie są ze sobą bezpośrednio połączone mechanicznie. Każdy z zespołów działa oddzielnie na inną oś pojazdu. To rozwiązanie pozwala zróżnicować zwiększyć prędkości obrotowe silnika spalinowego i maszyny elektrycznej. Odzysk (rekuperacja) energii elektrycznej i napęd elektryczny realizowane są przy pomocy maszyny elektrycznej umieszczonej na tylnej osi. Silnik spalinowy napędza przednią oś pojazdu. Gdy układy napędowe obu osi są aktywne występuje napęd na cztery koła. Momenty napędowe przedniej i tylnej osi mogą się dowolnie zmieniać w zakresie wartości osiąganych przez każdy z silników. Zaletami równoległego układu hybrydowego o rozdzielonych osiach jest:

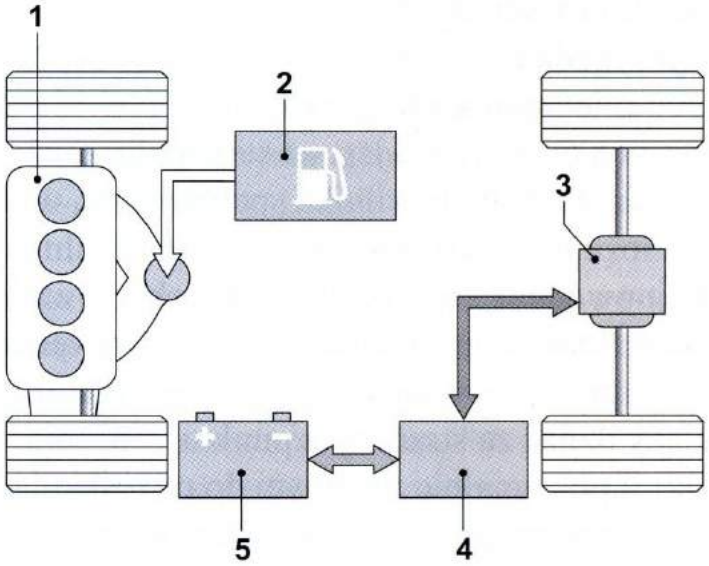
- brak konieczności zmiany konwencjonalnego układu napędowego z silnikiem spalinowym (np. zblokowany napęd przedni),
- możliwość zróżnicowania prędkości obrotowej silnika elektrycznego i spalinowego,
- większa sprawność odzysku energii hamowania,
- większa sprawność napędu elektrycznego.

Do wad tego rozwiązania zalicza się:

- konieczność zastosowania dodatkowego rozrusznika elektrycznego silnika spalinowego,
- brak możliwości ładowania akumulatorów przez maszynę elektryczną podczas postoju pojazdu,
- konieczność zastosowania dodatkowego generatora zasilającego pokładową instalację elektryczną 12 V podczas postoju pojazdu,
- konieczność rozłożenia momentu obrotowego i prędkości obrotowej maszyny elektrycznej na cały zakres ruchu pojazdu (np. zastosowanie dwubiegowej przekładni).

Erasmus+

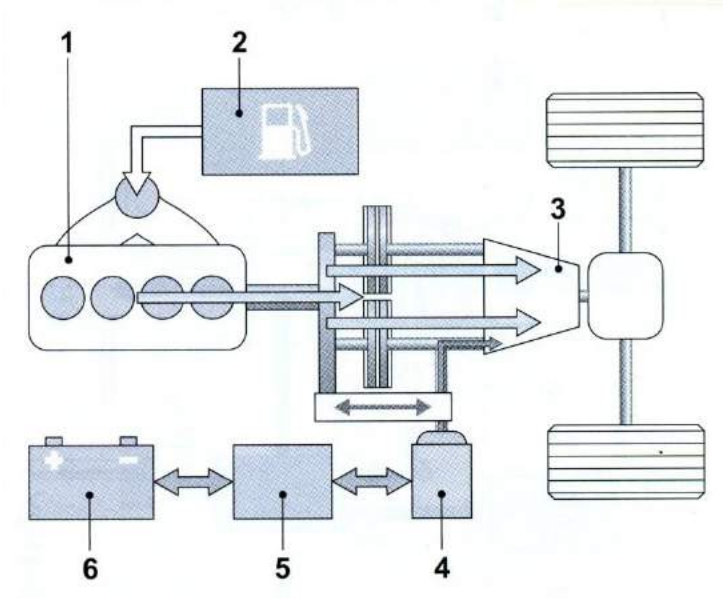
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 2.5. Równoległy układ hybrydowy o rozdzielonych osiach [1]
1 – silnik spalinowy, 2 – zbiornik paliwa, 3 – silnik elektryczny, 4 – przemiennik napięcia (falownik), 5 – akumulatory.

W ***równoległym układzie hybrydowym o różnych skrzynkach biegów*** zastosowana jest dwusprzęgłowa skrzynka biegów składająca się dwóch zespołów. W każdym z nich można niezależnie włączać różne przełożenia. Maszyna elektryczna połączona jest z jednym zespołem dwusprzęgłowej skrzynki biegów i pracuje przy innych wartościach przełożenia niż silnik spalinowy połączony z drugim zespołem dwusprzęgłowej skrzynki biegów. Rozwiązanie to pozwala uzyskać większą sprawność całego układu napędowego poprzez optymalne wykorzystanie silnika spalinowego i maszyny elektrycznej w zależności od warunków ruchu.

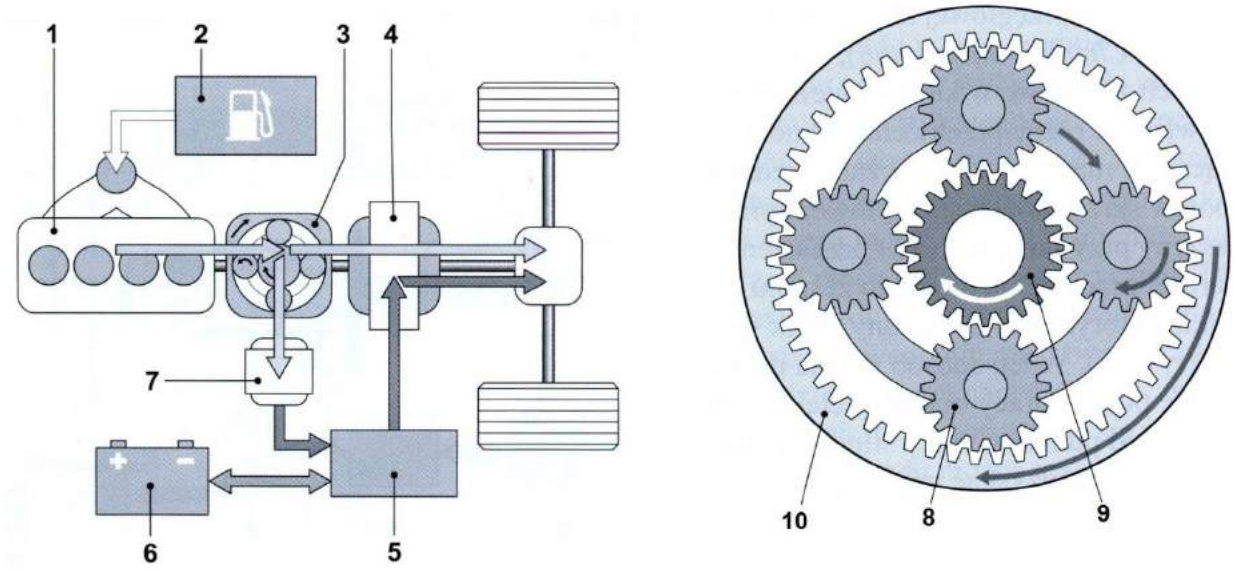
Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 2.6. Równoległy układ hybrydowy o różnych skrzynkach biegów (skrzynka dwusprzęgłowa) [1]
1 – silnik spalinowy, 2 – zbiornik paliwa, 3 – dwusprzęgłowa skrzynka biegów, 4 – silnik elektryczny, 5 – przemiennik napięcia (falownik), 6 – akumulatory.

W **układzie hybrydowym o rozdzielonej mocy** występuje przekładnia planetarna. Moc silnika spalinowego jest rozdzielana w tej przekładni na ścieżkę mechaniczną (do kół napędzanych pojazdu) oraz ścieżkę elektryczną (napęd generatora dostarczającego energię elektryczną między innymi do napędu silnika elektrycznego). Jarzmo z satelitami przekładni planetarnej połączone jest z wałem korbowym silnika spalinowego, a koło słoneczne połączone jest z generatorem prądu przemiennego. Zewnętrzne koło wieńcowe połączone jest z silnikiem elektrycznym i jednocześnie służy do przekazania momentu obrotowego wyjściowego z przekładni planetarnej na koła pojazdu. Układ przeniesienia napędu może być realizowany bez konwencjonalnej skrzynki biegów i sprzęgieł co znacznie zwiększa komfort jazdy oraz zapewnia ciągłe przekazywanie momentu obrotowego. Praca silnika spalinowego wiąże się zawsze z napędem generatora i wytwarzaniem energii elektrycznej. Możliwy jest napęd tylko elektryczny za pomocą silnika elektrycznego zasilanego z akumulatorów. Podczas hamowania silnik elektryczny pełni rolę generatora prądu pozwalając na odzysk energii kinetycznej. Wadą tego rozwiązania jest mniejsza sprawność całego układu przy dużych prędkościach pojazdu związana z przetwarzaniem energii.

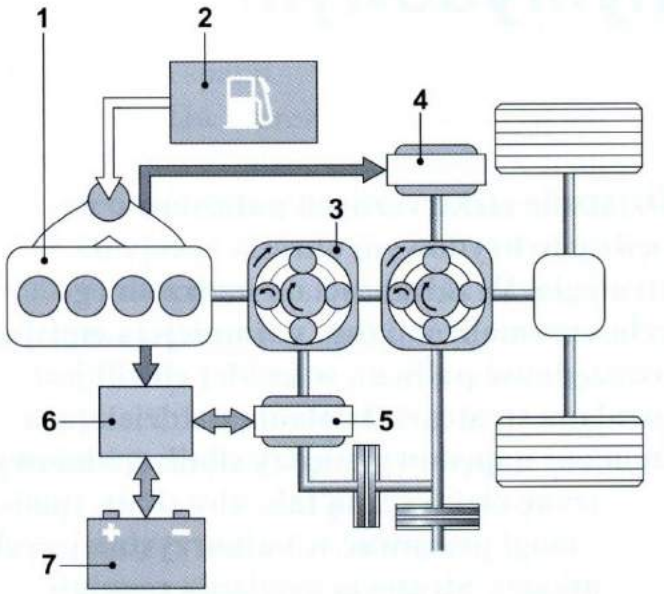
Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 2.7. Układ hybrydowy o rozdzielonej mocy [1]
1 – silnik spalinowy, 2 – zbiornik paliwa, 3 – przekładnia planetarna, 4 – silnik elektryczny, 5 – przemiennik napięcia (falownik), 6 – akumulatory, 7 – generator prądu, 8 – koła satelitów połączone jarzmem, 9 – koło słoneczne, 10 – koło wieńcowe.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**Układ hybrydowy dwuzakresowy** ma bardzo złożoną budowę. W jego skład wchodzą oprócz silnika spalinowego dwa silniki elektryczne, dwa sprzęgła oraz dwie przekładnie planetarne. Możliwość różnej realizacji połączeń wałów wejściowych i wyjściowych przekładni planetarnych umożliwia uzyskanie wysokiej sprawności w dużym zakresie prędkości pojazdu. Rozbudowana konstrukcja przyczynia się do wysokich kosztów produkcji.



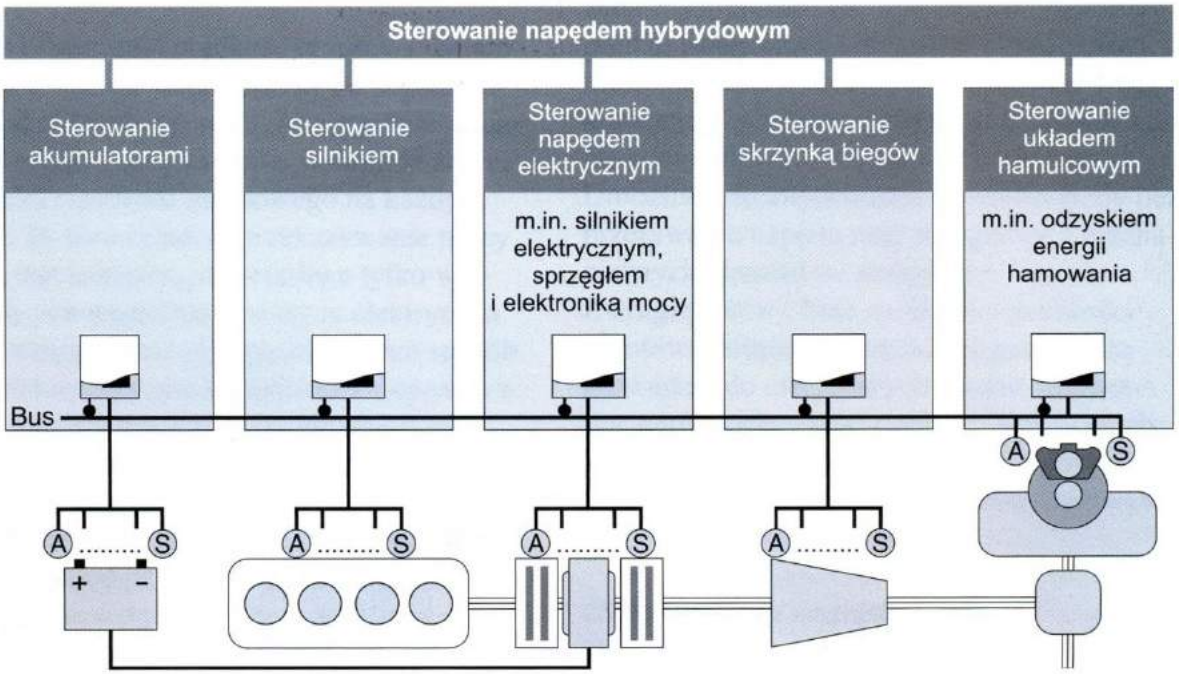

Rys. 2.8. Układ hybrydowy dwuzakresowy [1]
1 – silnik spalinowy, 2 – zbiornik paliwa, 3 – przekładnia planetarna, 4, 5 – silnik elektryczny, 6 – przemiennik napięcia (falownik), 7 – akumulatory.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

## 3. Sterowanie napędem hybrydowym

Działanie pojazdów o napędzie hybrydowym podporządkowane jest określonej strategii. W zależności od priorytetu (np. najmniejsza emisja zanieczyszczeń, oszczędność paliwa, zdolność do przyspieszania) w każdej chwili pracy układu hybrydowego następuje odpowiedni rozdział momentu obrotowego między obydwa silniki: elektryczny i spalinowy. Regulowane jest również wytwarzanie energii elektrycznej niezbędnej do ładowania akumulatorów. Nadrzędny układ sterowania koordynuje pracę całego układu hybrydowego (rys. …..) a poszczególne zespoły i układy dysponują własnymi funkcjami sterującymi.




Rys. 3.1. Schemat sterowania napędem hybrydowym [1]

## 4. Różne rozwiązania konstrukcyjne napędów hybrydowych

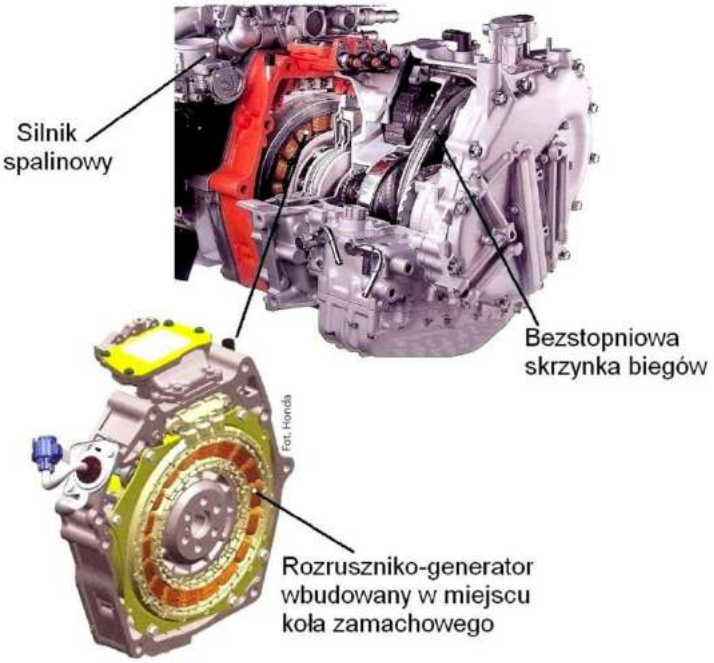
### Układ hybrydowy Honda Civic

Jednym z rozwiązań silnika elektrycznego w hybrydowym układzie napędowym jest rozruszniko–generator firmy Honda. Jest to silnik elektryczny prądu stałego lub zmiennego, wbudowany w miejscu koła zamachowego, pomiędzy silnikiem a sprzęgłem z bezstopniową skrzynką biegów. Spełnia on jednocześnie funkcję alternatora i rozrusznika, umożliwiając szybkie uruchomianie silnika bez mechanizmu sprzęgającego rozrusznika. Podczas hamowania


Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

pojazdu silnik staje się alternatorem ładującym akumulatory, pozwalając na odzysk traconej energii hamowania. Podczas jazdy z prędkością do 30 km/h samochód jest napędzany wyłącznie silnikiem elektrycznym, natomiast podczas dalszego przyspieszania silnik elektryczny wspomaga silnik spalinowy. W czasie postoju (np. na skrzyżowaniu w oczekiwaniu na zmianę świateł sygnalizacyjnych) silnik spalinowy zostaje automatycznie wyłączony. Uruchamiany jest ponownie po wciśnięciu przez kierowcę pedału przyspieszenia i ruszeniu z miejsca.




Rys. 4.1. Rozruszniko–generator samochodu Honda Civic [2]

**Układ hybrydowy P111 Toyota Prius**

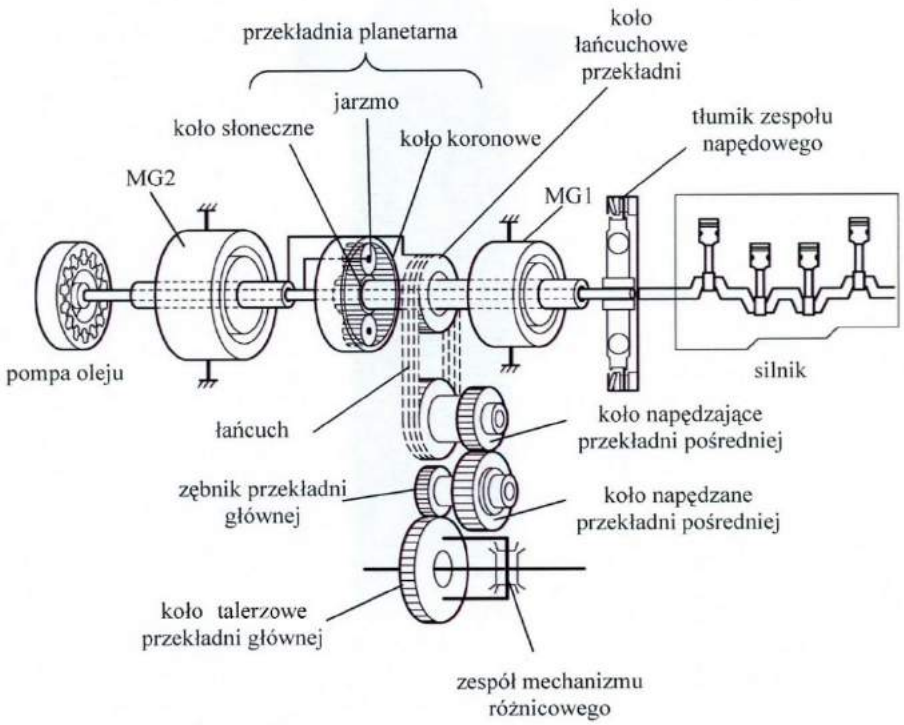
W równoległym układzie hybrydowym P111 samochodu Toyota Prius dostępne są dwa źródła mocy: silnik spalinowy i elektryczny, bezpośrednio napędzające koła pojazdu. Rozdział mocy odbywa się w przekładni planetarnej, która reguluje przepływ energii dostarczanej do kół napędzanych i działa jak bezstopniowa skrzynka biegów. Koła napędzane są na stałe połączone z przekładnią, dlatego sprzęgło jest w tym rozwiązaniu zbędne. Dysponowana moc układu jest większa niż moc zainstalowanego silnika spalinowego, ponieważ oba silniki mogą dostarczać energię jednocześnie. Układ ten składa się z:

- ***silnika spalinowego,*** napędzającego poprzez przekładnię planetarną koła pojazdu oraz generator MG1,
- ***silnika elektrycznego MG2*** zasilanego prądem zmiennym i napędzającego poprzez przekładnię planetarną koła pojazdu albo odzyskującego energię z kół podczas hamowania (silnik pełni wówczas rolę generatora napięcia) i zasilającego akumulatory,

Erasmus+

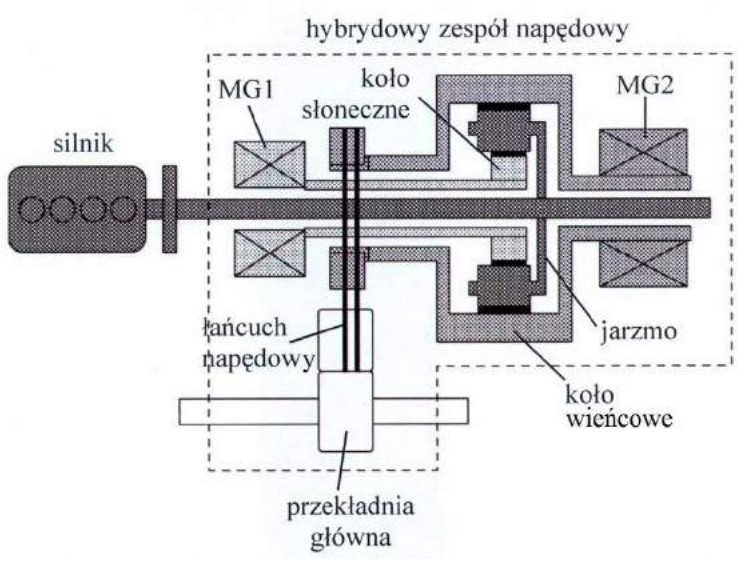
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

- ***planetarnej przekładni***, sumującej moc i przekazującej ją na koła pojazdu,
- ***generatora MG1***, służącego do zasilania silnika elektrycznego i ładowania akumulatorów,
- ***falownika*** zasilającego prądem zmiennym z generatora MG1 silnik elektryczny MG2 albo zmieniającego prąd zmienny z generatora MG1 lub MG2 (podczas hamowania) na prąd stały do ładowania akumulatorów albo zasilania silnika MG2 prądem zmiennym przetworzonym z prądu stałego pobranego z akumulatorów,
- ***zestawu akumulatorów*** składającej się z 38 pojedynczych i połączonych szeregowo niklowo-wodorkowych akumulatorów w celu uzyskania nominalnego napięcia 274 V.




Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

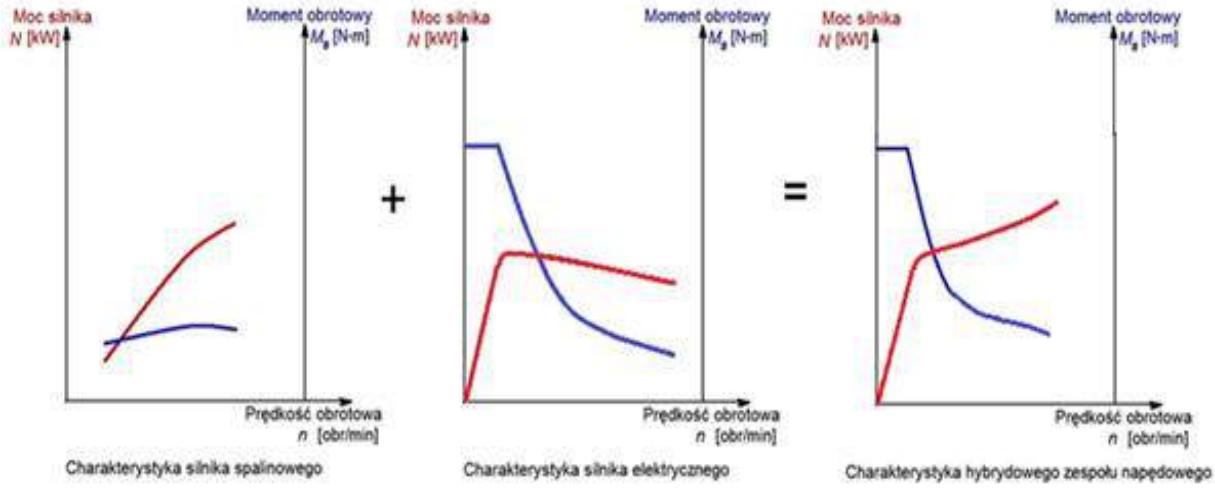



Rys. 4.2. Schemat hybrydowego zespołu napędowego P111 Toyoty Prius [3]

W hybrydowym zespole napędowym P111 wał korbowy silnika spalinowego poprzez tłumik drgań skrętnych połączony jest z jarzmem satelitów przekładni planetarnej. Generator MG1 połączony jest z kołem słonecznym przekładni planetarnej. Doładowuje on akumulatory wysokiego napięcia oraz dostarcza energię elektryczną do napędu silnika elektrycznego MG2. Przekazując moment obrotowy z koła słonecznego na jarzmo satelitów generator MG1 może być wykorzystany jako rozrusznik elektryczny silnika spalinowego. Asynchroniczny silnik elektryczny (prądu przemiennego) MG2 połączony jest z zewnętrznym kołem wieńcowym przekładni planetarnej. Zewnętrzne koło wieńcowe przekładni planetarnej przekazuje moment obrotowy wyjściowy z przekładni planetarnej na koła pojazdu. Moment obrotowy wyjściowy przekładni planetarnej jest sumą momentu obrotowego silnika spalinowego (na jarzmie satelitów) oraz momentu obrotowego silnika elektrycznego (bezpośrednio na kole wieńcowym). Przekazanie momentu obrotowego z koła wieńcowego przekładni planetarnej na koła pojazdu odbywa się poprzez przekładnię łańcuchową oraz podwójną przekładnię główną (dwie pary kół zębatych o przełożeniu redukującym). Silnik elektryczny MG2 pełni również rolę generatora odzyskującego energię hamowania i doładowującego akumulatory wysokiego napięcia.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Jak wynika z rysunku 1.28 sumaryczna charakterystyka hybrydowego połączenia silnika elektrycznego i spalinowego daje bardzo korzystny, zbliżony do „idealnego" przebieg zarówno momentu obrotowego jak i mocy.



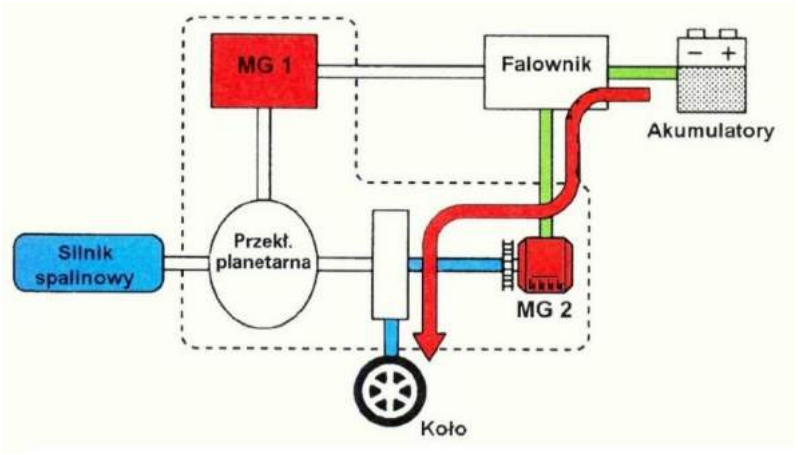

Rys. 4.3. Charakterystyka hybrydowego zespołu napędowego Toyoty Prius [2]

W celu optymalnego wykorzystania siły napędowej pochodzącej z obu źródeł system automatycznie, w zależności od warunków i obciążenia, przechodzi w jeden z poniżej opisanych stanów pracy:

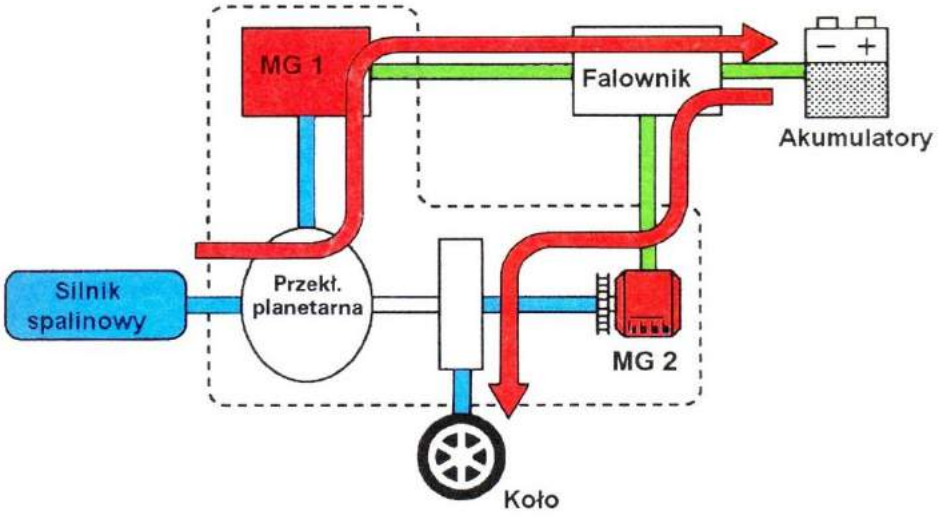
- **ruszanie z miejsca, cofanie, wolna jazda –** silnik elektryczny MG2, zasilany z akumulatorów poprzez przekładnię planetarną, napędza koła pojazdu; silnik spalinowy jest wyłączony; w przypadku, gdy bateria akumulatorów jest wyładowana, silnik spalinowy zostaje automatycznie załączony;

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 4.4. Przepływ energii w układzie hybrydowym Toyoty Prius podczas ruszania z miejsca, cofania i wolnej jazdy [2]

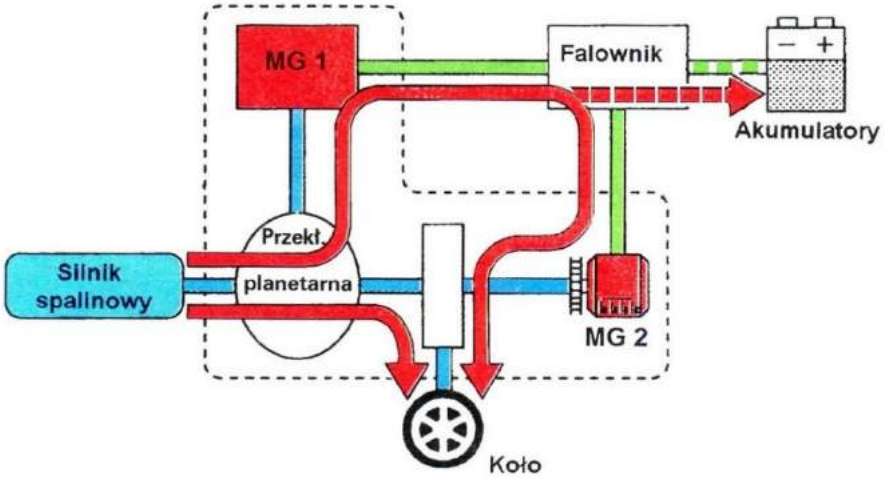



Rys. 4.5. Przepływ energii w układzie hybrydowym Toyoty Prius podczas ruszania z miejsca, cofania i wolnej jazdy przy wyładowanych akumulatorach [2]

- **jazda w normalnych warunkach (ustalona prędkość, częściowe obciążenie) –** pracują obydwa silniki; silnik spalinowy poprzez przekładnię planetarną napędza koła pojazdu i generator MG1 wytwarzający napięcie, które poprzez falownik napędza silnik elektryczny, wspomagający napęd kół pojazdu; możliwe jest również doładowanie baterii akumulatorów;

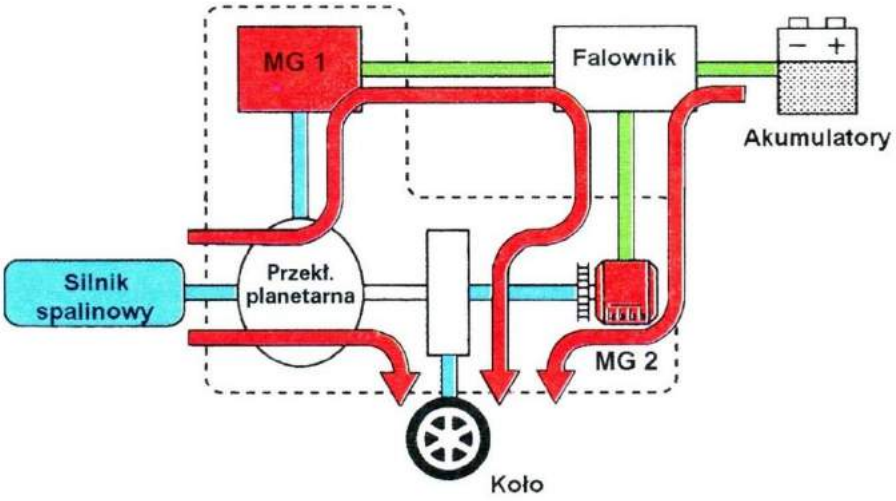

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 4.6. Przepływ energii w układzie hybrydowym Toyoty Prius podczas jazdy w normalnych warunkach [2]

- **gwałtowne przyspieszanie (pełna moc) –** w celu uzyskania pełnej mocy pracują obydwa silniki, silnik elektryczny jest dodatkowo zasilany z baterii akumulatorów;

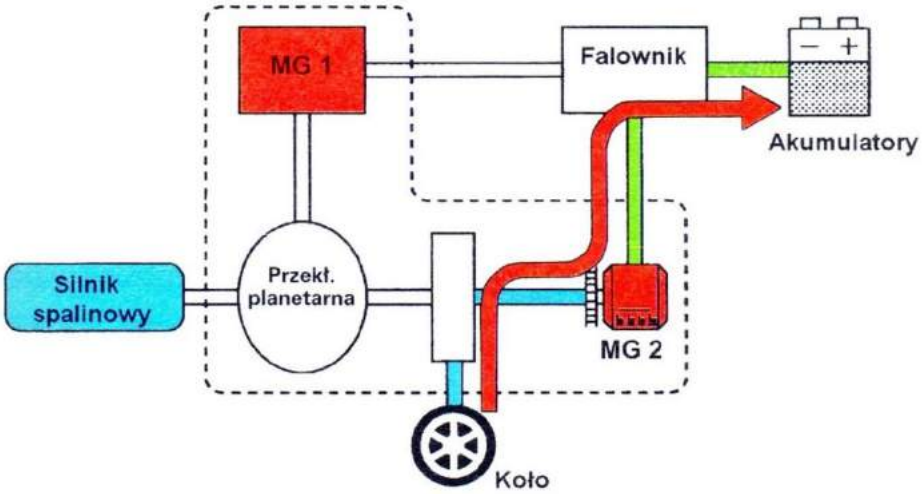



Rys. 4.7. Przepływ energii w układzie hybrydowym Toyoty Prius podczas gwałtownego przyspieszania [2]

Erasmus+

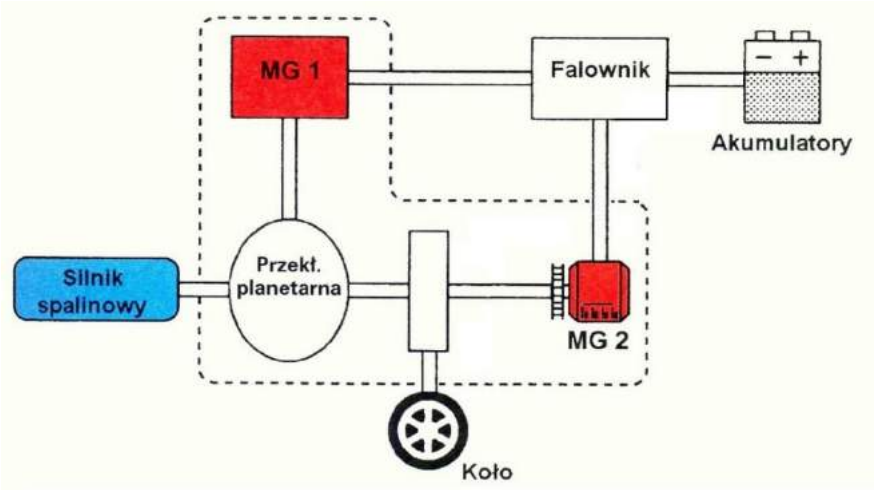
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

- **hamowanie –** silnik spalinowy zostaje wyłączony; silnik MG2 pracujący jako generator odzyskuje energię kinetyczną obracających się kół i zamienia ją w energię elektryczną do ładowania baterii akumulatorów;




Rys. 4.8. Przepływ energii w układzie hybrydowym Toyoty Prius podczas hamowania [2]

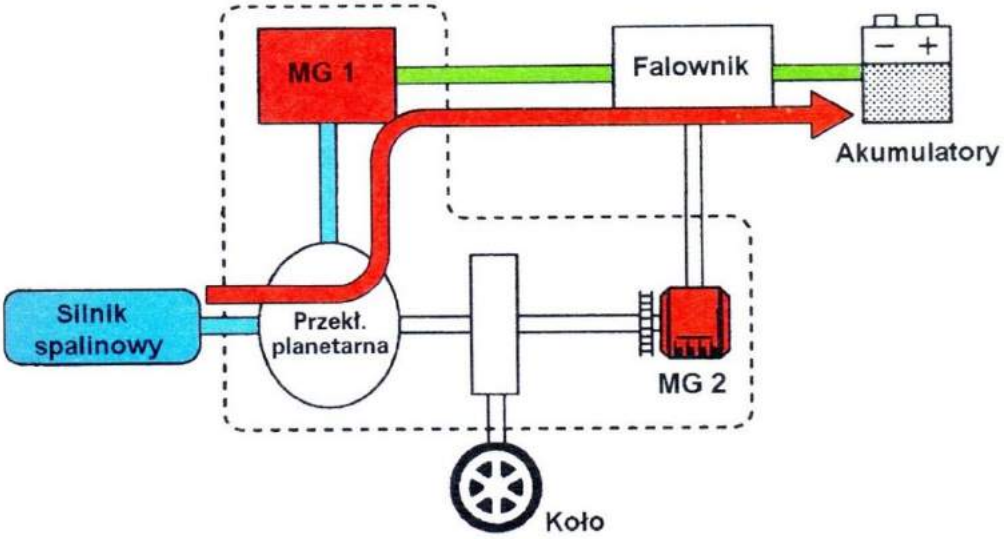
- **bieg jałowy –** podczas postoju „na biegu jałowym" obydwa silniki są wyłączone; w przypadku, gdy bateria akumulatorów jest wyładowana, silnik spalinowy załączy się doładowując ją poprzez generator MG1;




Rys. 4.9. Przepływ energii w układzie hybrydowym Toyoty Prius na postoju (np. oczekiwanie na zmianę świateł na skrzyżowaniu) [2]

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



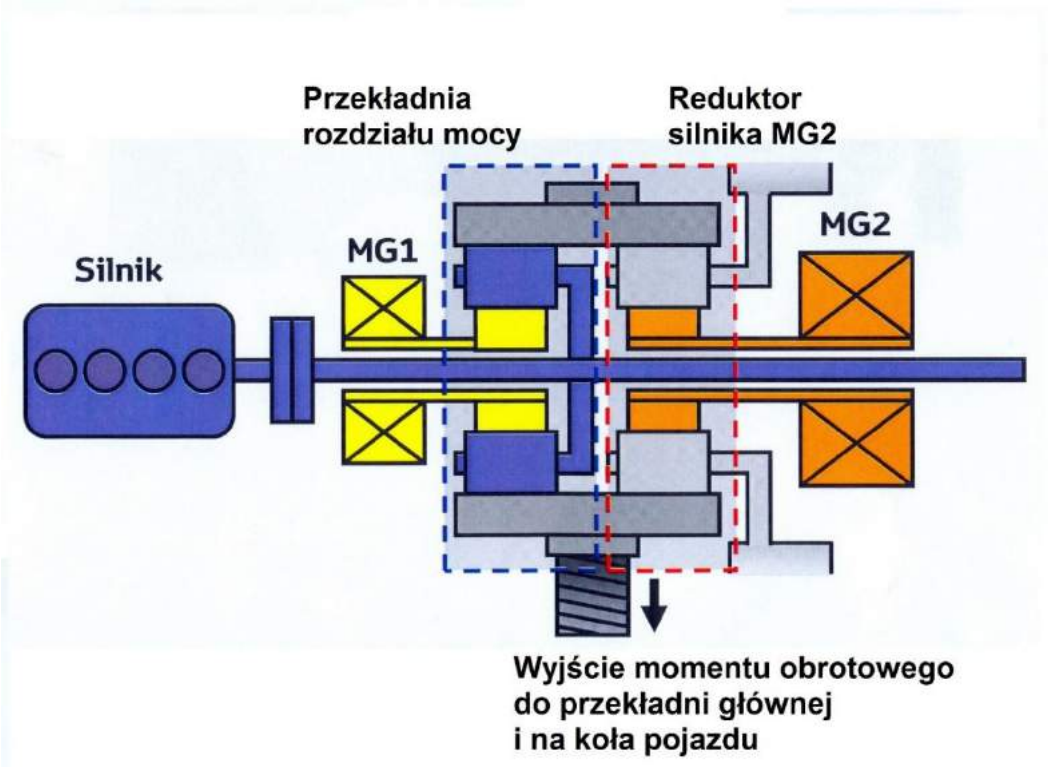

Rys. 4.10. Przepływ energii w układzie hybrydowym Toyoty Prius podczas doładowywania baterii akumulatorów na postoju (rozładowane akumulatory) [2]

**Układ hybrydowy PHV Toyota Prius III**

W układzie hybrydowym PHV samochodu Toyota Prius zastosowano podwójną przekładnię planetarną P410. Pierwsza przekładnia planetarna służy do rozdziału mocy, natomiast druga przekładnia planetarna pełni rolę reduktora silnika elektrycznego. Wał korbowy silnika spalinowego połączony jest z jarzmem satelitów pierwszej przekładni planetarnej, natomiast generator MG1 połączony jest z kołem słonecznym tej przekładni. Doładowuje on akumulatory wysokiego napięcia oraz dostarcza energię elektryczną do napędu silnika elektrycznego MG2. Przekazując moment obrotowy z koła słonecznego na jarzmo satelitów generator MG1 może być wykorzystany jako rozrusznik elektryczny silnika spalinowego. Silnik elektryczny prądu przemiennego MG2 połączony jest z kołem słonecznym drugiej przekładni planetarnej. Moment obrotowy silnika elektrycznego przekazywany jest za pośrednictwem satelitów na zewnętrzne koło wieńcowe, które jest wspólne dla obu przekładni planetarnych. Zewnętrzne koło wieńcowe przekazuje moment obrotowy wyjściowy z przekładni planetarnej na koła pojazdu. Moment obrotowy wyjściowy przekładni planetarnej jest więc sumą momentu obrotowego silnika spalinowego (na jarzmie satelitów pierwszej przekładni) oraz momentu obrotowego silnika elektrycznego (na kole słonecznym drugiej przekładni). Silnik elektryczny MG2 pełni również rolę generatora odzyskującego energię hamowania i doładowującego akumulatory wysokiego napięcia.

Erasmus+

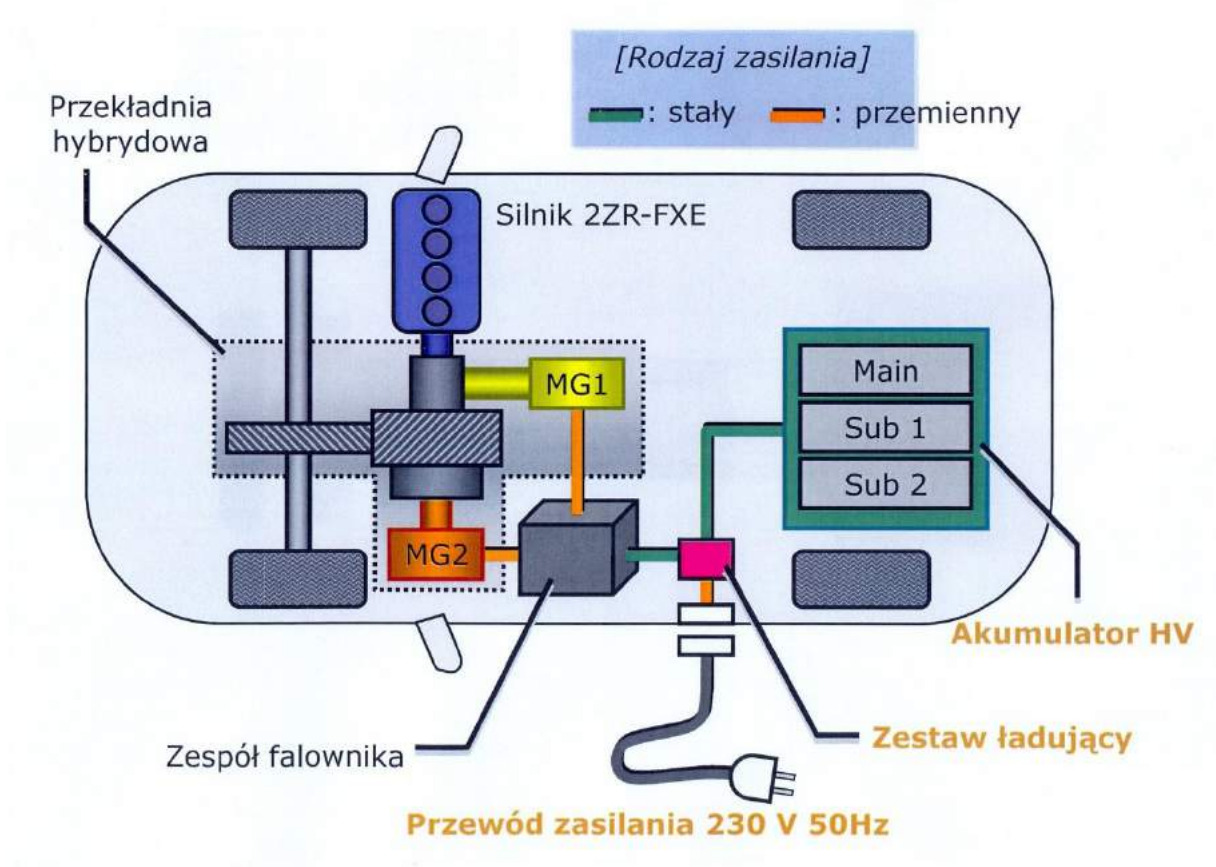
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 4.11. Schemat działania hybrydowego zespołu napędowego PHV Toyota Prius [3]

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Hybrydowy zespół napędowy PHV umożliwia również doładowanie akumulatorów wysokiego napięcia prądem przemiennym z sieci 230 V (50 Hz) z wykorzystaniem przewodu zasilającego i zestawu ładującego (rys. 4.12).



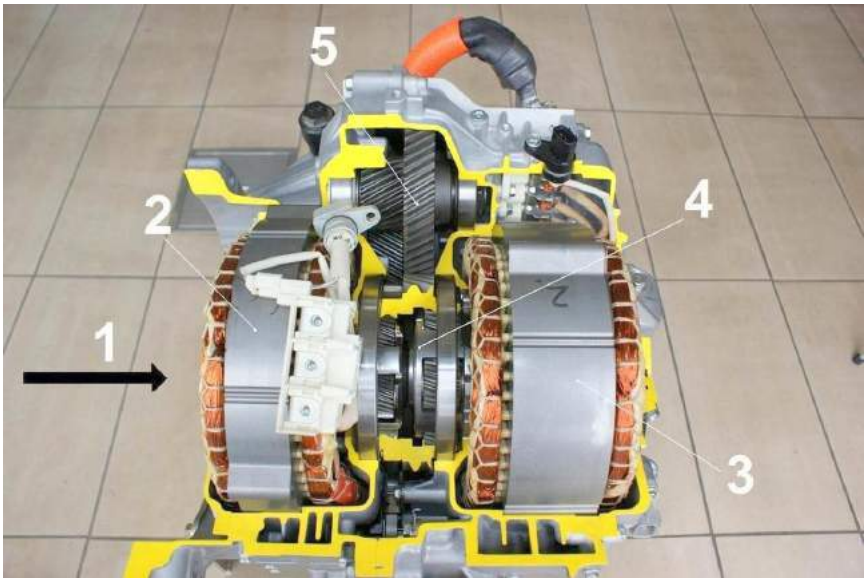

Rys. 4.12. Rozmieszczenie poszczególnych zespołów i elementów hybrydowego zespołu napędowego PHV samochodu Toyota Prius [3]

**Układ hybrydowy samochodu Lexus RX 400h**

W samochodzie lexus RX 400h zastosowano równoległy układ hybrydowy o rozdzielonych osiach. Przednia oś napędzana jest silnikiem spalinowym i elektrycznym tworzących zespół hybrydowym PHV, taki sam jak w samochodzie Toyota Prius. Tylna oś napędzana jest wyłącznie przez oddzielny silnik elektryczny.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



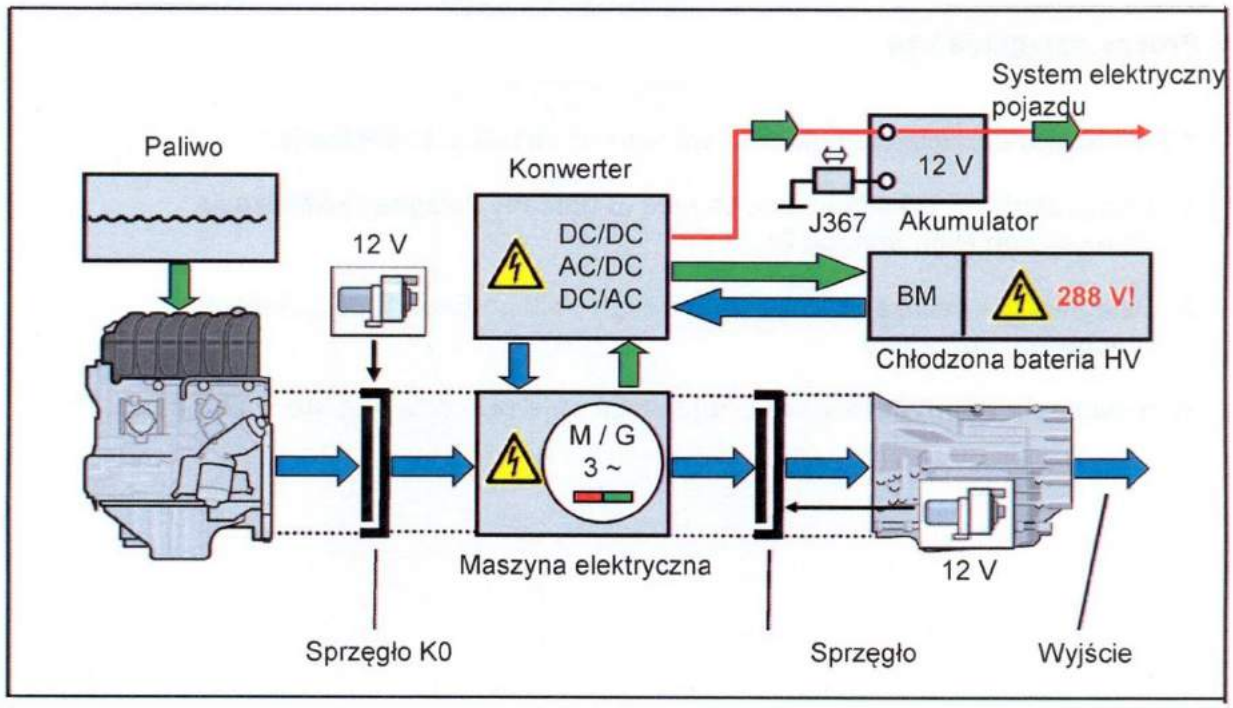

Rys. 4.13. Przedni zespół hybrydowy PHV samochodu Lexus RX 400h [2]
1 – napęd z silnika spalinowego, 2 – generator napięcia (rozrusznik), 3 – silnik elektryczny przedniego napędu, 4 – zespół planetarny, 5 – walcowa przekładnia główna z mechanizmem różnicowym.

Rys. 4.14. Tylny elektryczny zespół napędowy samochodu Lexus RX 400h [2]
6 – silnik elektryczny/generator tylnego napędu, 7 – podwójna walcowa przekładnia główna tylnego napędu, 8 – tylny mechanizm różnicowy, 9 – napęd tylnych półosi.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

## Układ hybrydowy samochodu VW Touareg Hybrid

W samochodzie VW Touareg Hybrid zastosowano równoległy napęd hybrydowy w skład którego wchodzą silnik spalinowy, maszyna elektryczna, konwerter (falownik), bateria wysokiego napięcia (288 V) oraz dwa sprzęgła. System elektryczny pojazdu zasilany jest z oddzielnego akumulatora 12 V. Maszyna elektryczna może pełnić rolę zarówno silnika elektrycznego jak i generatora prądu. Wał silnika elektrycznego połączony jest z wałek silnika spalinowego za pośrednictwem pierwszego sprzęgła. Drugie sprzęgło umieszczone jest pomiędzy maszyną elektryczną a 8-biegową automatyczną skrzynka biegów.



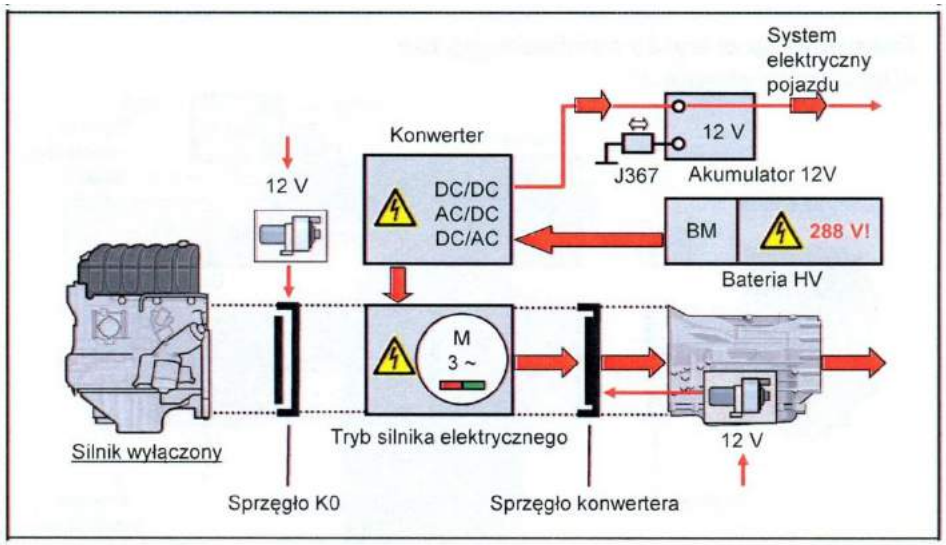

Rys. 4.15. Budowa układu hybrydowego samochodu WV Touareg Hybrid [4]

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Rys. 4.16. Silnik elektryczny układu hybrydowego samochodu WV Touareg Hybrid

W zależności od warunków pracy działanie układu hybrydowego w samochodzie VW jest następujące:

- ***napęd elektryczny*** – silnik spalinowy jest wyłączony; silnik elektryczny zasilany jest z baterii wysokiego napięcia, która dodatkowo ładuje akumulator 12 V; załączone jest sprzęgło pomiędzy silnikiem elektrycznym a automatyczną skrzynką biegów; sprzęgło między silnikami jest rozłączone;

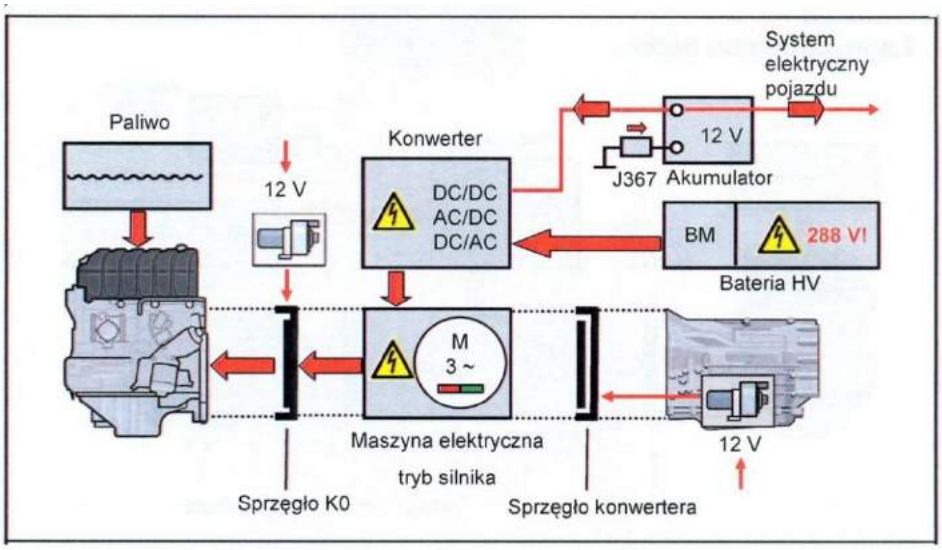



Rys. 4.17. Działanie układu hybrydowego samochodu WV Touareg Hybrid - tylko napęd elektryczny [4]

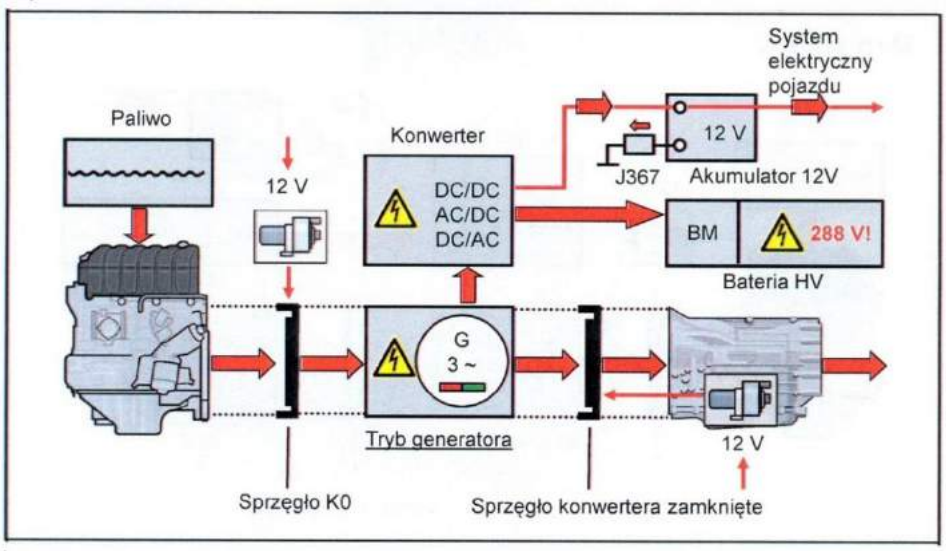
Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

- ***napęd tylko przez silnik spalinowy*** – silnik elektryczny uruchamia silnik spalinowy (przy rozłączonym sprzęgle pomiędzy silnikiem elektrycznym a skrzynką biegów) a następnie pracuje jako generator ładując akumulatory; silnik spalinowy napędza koła pojazdu przy załączonych obydwu sprzęgłach;

Rys. 4.18.




Działanie układu hybrydowego samochodu WV Touareg Hybrid - rozruch silnika spalinowego [4]

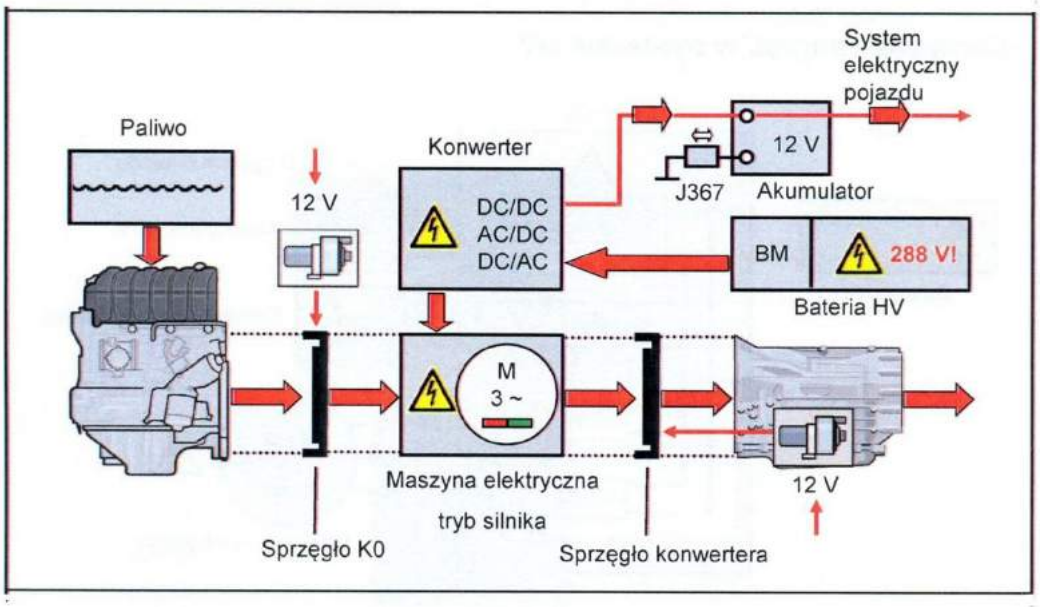



Rys. 1.34. Działanie układu hybrydowego samochodu WV Touareg Hybrid - napęd tylko przez silnik spalinowy z ładowaniem akumulatorów [4]

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

- ***jednoczesny napęd elektryczny i spalinowy*** – obydwa sprzęgła są włączone i obydwa silniki spalinowy i elektryczny napędzają koła pojazdu; silnik elektryczny zasilany jest z akumulatorów wysokiego napięcia;

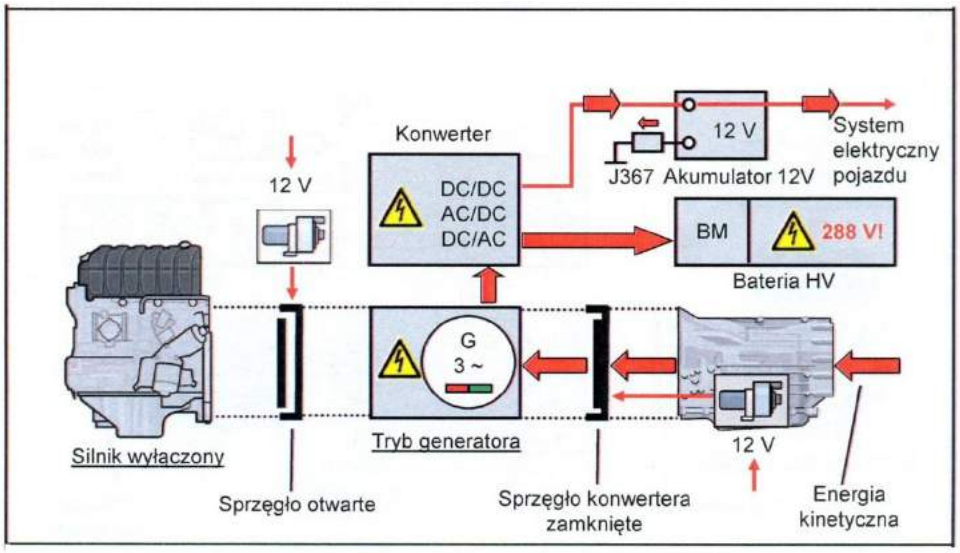



Rys. 4.20. Działanie układu hybrydowego samochodu WV Touareg Hybrid - napęd elektryczny i spalinowy [4]

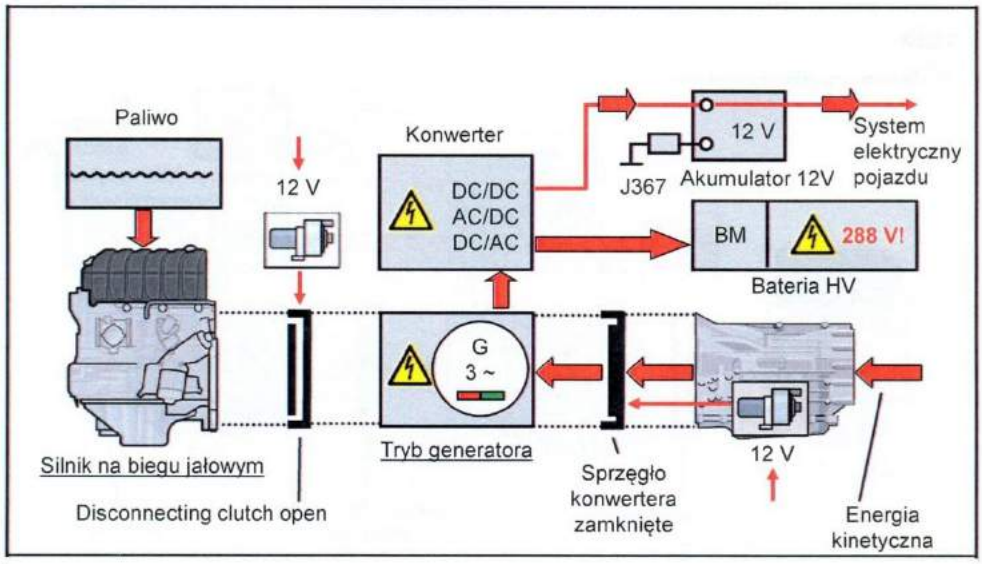
- ***odzysk energii podczas hamowania*** – w trakcie hamowania możliwy jest odzysk (rekuperacja) energii kinetycznej; koła toczącego się pojazdu napędzają poprzez automatyczną skrzynkę biegów maszynę elektryczną, która pracuje jako generator ładując akumulatory; silnik spalinowy może być wyłączony lub pracować na biegu jałowym (rozłączone sprzęgło) albo przy włączonym sprzęgle i odcięciu dopływu paliwa wspomagać hamowanie (tzw. hamowanie silnikiem).

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

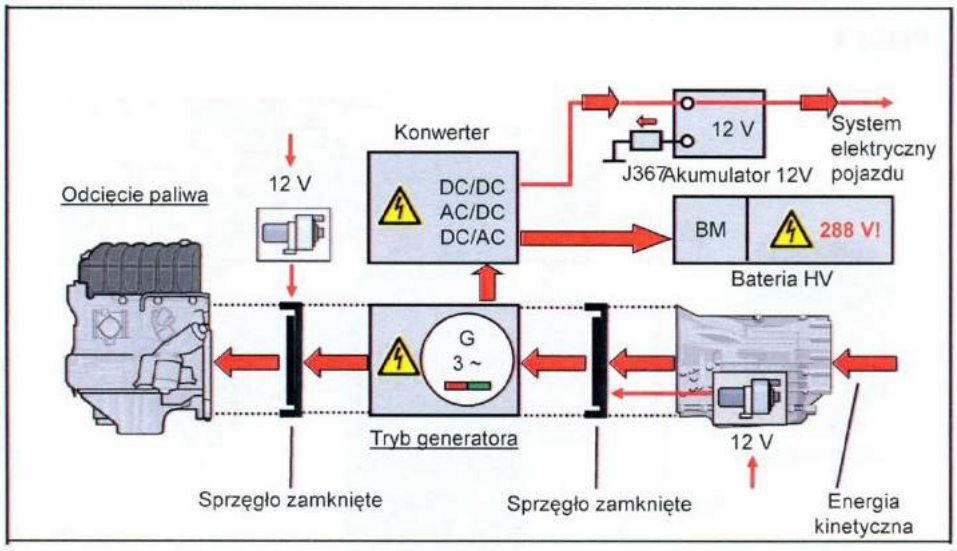



Rys. 4.21. Działanie układu hybrydowego samochodu WV Touareg Hybrid - rekuperacja energii podczas hamowania (silnik spalinowy wyłączony, sprzęgło wyłączone) [4]




Rys. 4.22. Działanie układu hybrydowego samochodu WV Touareg Hybrid - rekuperacja energii podczas hamowania (silnik spalinowy pracujący na biegu jałowym, sprzęgło wyłączone) [4]

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

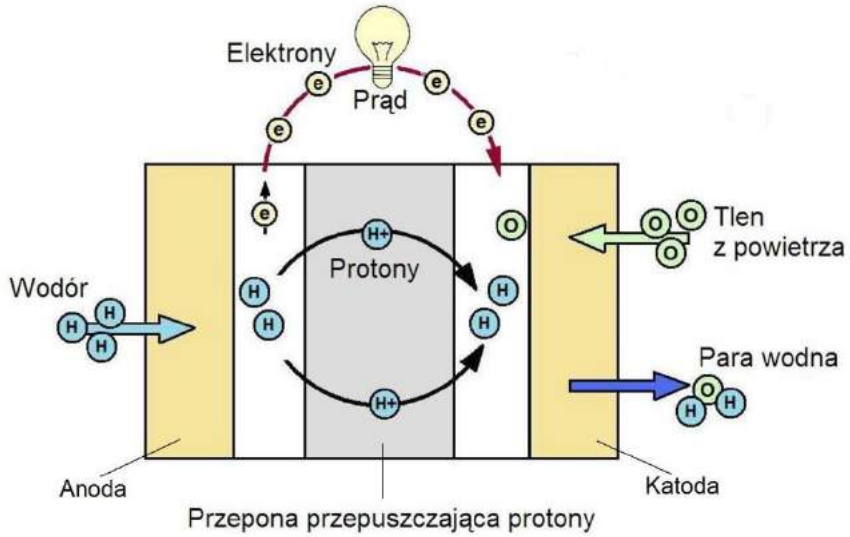



Rys. 4.23. Działanie układu hybrydowego samochodu WV Touareg Hybrid - rekuperacja energii podczas hamowania (odcięty dopływ paliwa – hamowanie silnikiem, sprzęgło włączone) [4]

## 5. Napędy hybrydowe z zastosowaniem ogniw paliwowych

Pojazdy hybrydowe z ogniwami paliwowymi są napędzane silnikami elektrycznymi, które czerpią energię elektryczną z ***ogniw paliwowych***. W układzie znajduje się akumulator, zasilany z ogniwa paliwowego oraz z generatora prądu podczas rekuperacji energii hamowania. Ogniwo paliwowe jest przetwornikiem elektrochemicznym bezpośrednio zamieniającym energię chemiczną zawartą w paliwie w energię elektryczną. Z tego powodu charakteryzuje się dużą sprawnością. Działają bez elementów ruchomych, bez tarcia mechanicznego, bezgłośnie i nie emitują toksycznych składników. Ogniowo paliwowe składa się z dwóch elektrod (anody i katody) oddzielonych elektrolitem przepuszczalnym dla jonów. Elektrody są połączone przez zewnętrzny obwód. Jako paliwa można stosować: wodór, mieszanki gazowe zawierające wodór, alkohole lub węglowodory. Najbardziej obecnie rozpowszechnione ogniwa paliwowe to ***ogniwa wodorowe***. Anoda jest pokryta platyną, która pełni rolę katalizatora i umożliwia jonizację wodoru. Dodatnie jony wodoru dyfundują przez przeponę do katody, na której łączą się z tlenem, tworząc wodę. Anoda jest połączona z katodą w obwód umożliwiający przepływ elektronów. Z jednego ogniwa uzyskuje się w ten sposób napięcie od 0,6 do 1,0 V. W celu praktycznego wykorzystania powstałego prądu (np. do napędu silnika elektrycznego pojazdu) pojedyncze ogniwa łączone są w baterie.

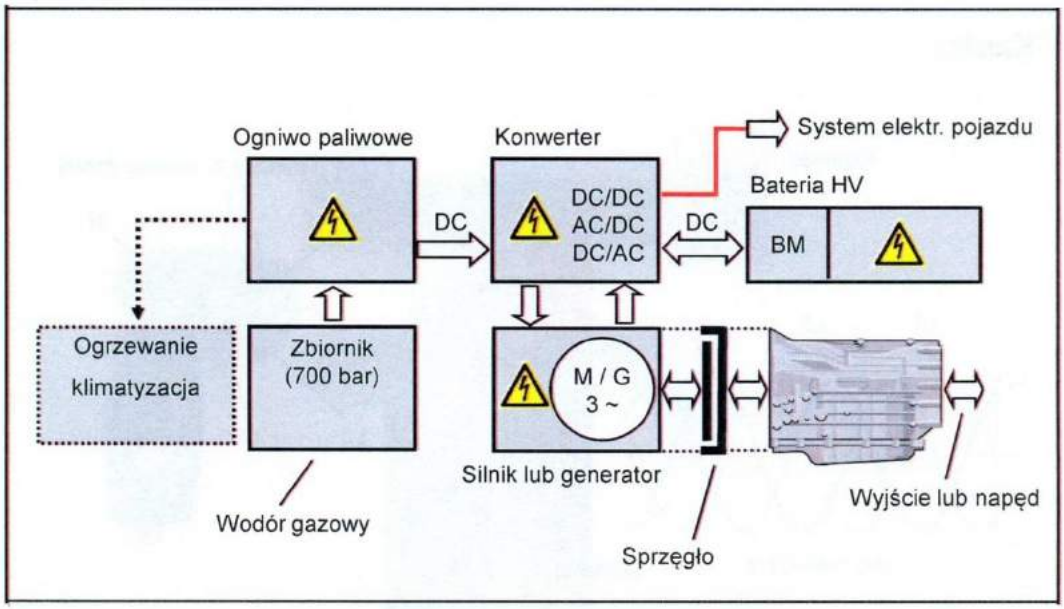
Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 5.1. Zasada działania ogniwa paliwowego [2]

W napędach hybrydowych z ogniwami wodorowymi napęd pojazdu odbywa się za pomocą silnika elektrycznego bez pośrednictwa przekładni. Ze względu na duże moce silników elektrycznych (do 100 kW) napięcie w sieci trakcyjnej pojazdu może dochodzić do 400 V. Wodór przechowywany jest w butlach pod ciśnieniem 70 MPa, a po rozprężeniu do ciśnienia 10 MPa doprowadzany jest przy pomocy wtryskiwacza do anody. Tlen pobierany jest z powietrza. Oczyszczone w filtrze powietrze sprężane jest w sprężarce do ciśnienia 0,2 MPa i doprowadzane do katody. Ogniwa wodorowe pracują w temperaturze ok. $85^0$C i z tego powodu muszą być wyposażone w układ chłodzenia (chłodnicę czynnika i wentylator). Do uruchomienia układu hybrydowego z ogniwem wodorowym niezbędna jest energia z akumulatora 12 V i akumulatorów wysokiego napięcia. Instalacja 12 V zasila urządzenia sterowania elektrycznego, które aktywują układ sterowania ogniwem paliwowym. W czasie przygotowywania ogniwa paliwowego do pracy silnik elektryczny zasilany jest wyłącznie z akumulatora wysokiego napięcia, dzięki czemu pojazd może od razu ruszyć z miejsca.

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 5.2. Schemat przykładowego napędu hybrydowego z ogniwem wodorowym [4]

Wykorzystanie w napędach hybrydowych ogniwa wodorowego wiąże się z koniecznością rozwiązania dość istotnych problemów dotyczących magazynowania wodoru w odpowiednich zbiornikach. Podstawowe wymagania, które musi spełnić zbiornik wodoru to:

- ograniczenie strat wodoru związanych z przenikaniem wodoru przez ścianki zbiornika,
- uzyskanie dużej masowej gęstości zmagazynowanego wodoru,
- uzyskanie zasięgu pojazdy pomiędzy kolejnymi tankowaniami powyżej 500 km (minimalna masa zmagazynowanego wodoru – 5 kg),
- możliwość pełnego zatankowania zbiornika z ciągu kilku minut,
- zapewnienie bezpieczeństwa podczas eksploatacji lub wypadku.

***Wodór*** może być magazynowany w postaci skroplonej ($LH_2$ – Liquid Hydrogen) lub sprężony do ciśnienia 70 MPa ($CH_2$ – Compressed Hydrogen).

Magazynowanie wodoru w postaci skroplonej jest bardzo problematyczne. Jego skroplenie przy ciśnieniu 0,1 MPa wymaga schłodzenia go do temperatury $-253^0$ C. Zbiornik wodoru (w kształcie kuli lub walca) ma podwójne ścianki pomiędzy którymi jest próżnia. Zewnętrzna powierzchnia zbiornika musi być pokryta dobrym materiałem izolacyjnym. Pomimo takich rozwiązań przepływ ciepła przez ścianki jest nieunikniony. Parowanie ogrzewającego się wodoru powoduje ciągły wzrost ciśnienia w zbiorniku. Zawór bezpieczeństwa zbiornika odprowadza przy nadmiernym ciśnieniu wodór do atmosfery, co

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

powoduje, że w trakcie postoju pojazdu, po kilku tygodniach zbiornik zostaje całkowicie opróżniony.

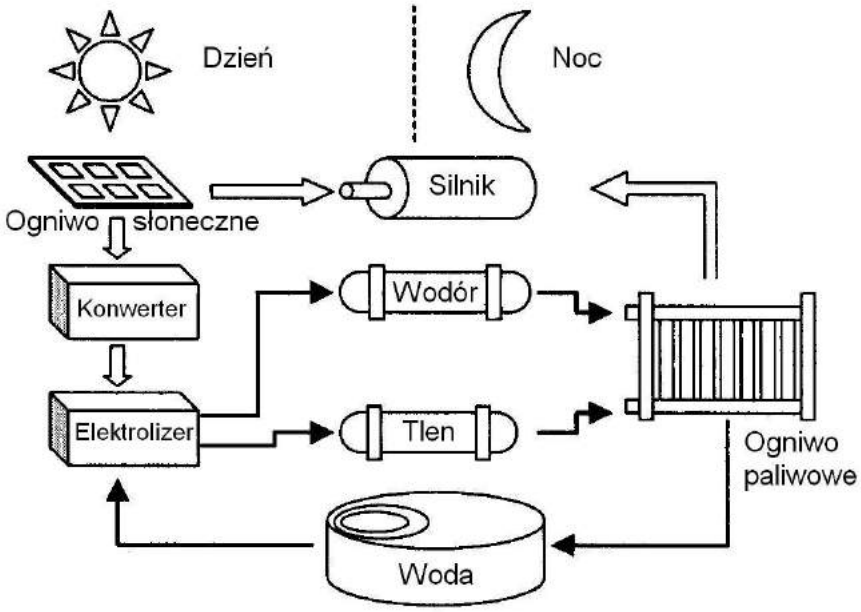
Innym stosowanym obecnie rozwiązanie jest przechowywanie sprężonego wodoru w zbiornikach wysokociśnieniowych (70 MPa). W celu lepszego wykorzystania miejsca zamiast jednego dużego zbiornika w kształcie kuli lub walca stosuje się kilka mniejszych.

## 6. Napęd hybrydowy z zastosowaniem ogniwa regeneratywnego

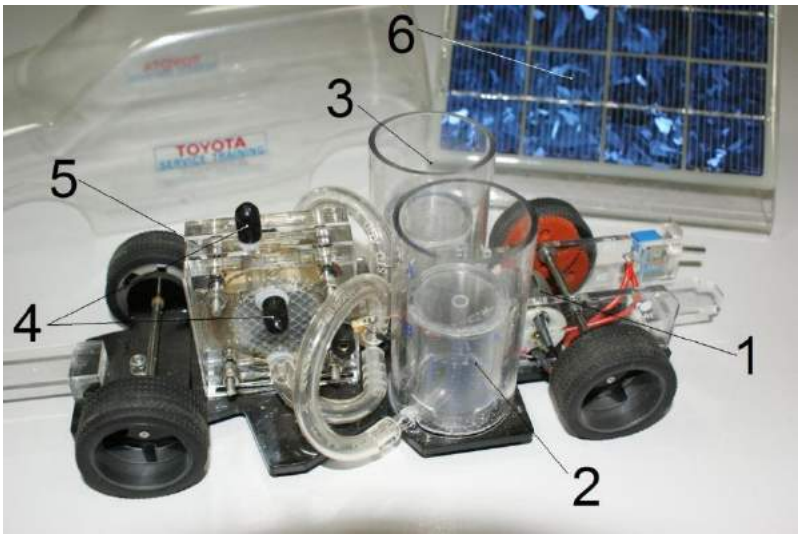
W **ogniwie paliwowym regeneratywnym, czyli pracującym w cyklu zamkniętym**, możliwe jest wykorzystanie do napędu energii słonecznej. Wodór i tlen uzyskuje się w urządzeniu zwanym ***elektrolizerem,*** w którym zachodzi zjawisko elektrolizy wody. Źródłem energii do tego procesu jest ***ogniwo słoneczne***. ***Konwerter*** czyli ***przetwornica napięcia*** pozwala na odpowiednie przetworzenie napięcia otrzymanego z układu zasilającego (ogniwa słonecznego) na napięcie zasilania odbiornika. W ***ogniwie paliwowym*** następuje ponowne łączenie wodoru z tlenem i wytworzenie energii elektrycznej napędzającej ***silnik pojazdu***. Produktem ubocznym jest woda, która zostaje skierowana ponownie do napędzanego energią słoneczną elektrolizera i cykl się zamyka. Można więc powiedzieć, że jest to samochód na wodę. W ciągu dnia, przy dużym nasłonecznieniu ogniwo słoneczne może również napędzać bezpośrednio silnik elektryczny. Najbardziej istotnym ograniczeniem tego rozwiązania jest zbyt mała wydajność ogniw słonecznych oraz problem z uzyskaniem i magazynowaniem odpowiedniej ilości wodoru.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 6.1. Proces przemiany energii słonecznej na energię mechaniczną w ogniwie regeneratywnym [2]




Rys. 6.2. Przykład zastosowania ogniwa regeneratywnego w działającym modelu „samochodu na wodę" skonstruowanym przez firmę Toyota [2]
1 – silnik elektryczny, 2 – zbiornik wodoru, 3 – zbiornik tlenu, 4 – wlew wody, 5 – elektrolizer i ogniwo paliwowe, 6 – ogniwo słoneczne (fotowoltaniczne)


Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

## 7. Procedury bezpieczeństwa podczas serwisowania pojazdów hybrydowych

Z uwagi na wysokie napięcie występujące w instalacji trakcyjnej pojazdów z napędem hybrydowym (do 400 V), serwisowanie ich wymaga zachowania szczególnej ostrożności oraz dokładne przestrzegania ustalonych przez producenta procedur i instrukcji. Każda osoba mająca kontakt z takim pojazdem musi przejść odpowiednie przeszkolenie z zakresu bezpieczeństwa. Procedury przewidują najczęściej kilka ***poziomów kompetencji*** np.:

- ***mechanik wysokich napięć*** – odpowiednio przeszkolony ale posiadający najmniejsze uprawnienia i mogący pracować pod nadzorem osoby o wyższych uprawnieniach,
- ***technik wysokich napięć*** - odpowiednio przeszkolony i mający wyższe uprawnienia od mechanika (np. wyłączanie i załączanie systemu wysokiego napięcia, zabezpieczenie go przed reaktywacją, kontrola braku wysokiego napięcia, ładowanie baterii itp.),
- ***ekspert wysokich napięć*** – osoba o najwyższych kwalifikacjach i uprawnieniach (ma np. uprawnienia do odłączenia wysokiego napięcia jeżeli jest to niemożliwe za pomocą standardowych procedur i narzędzi).

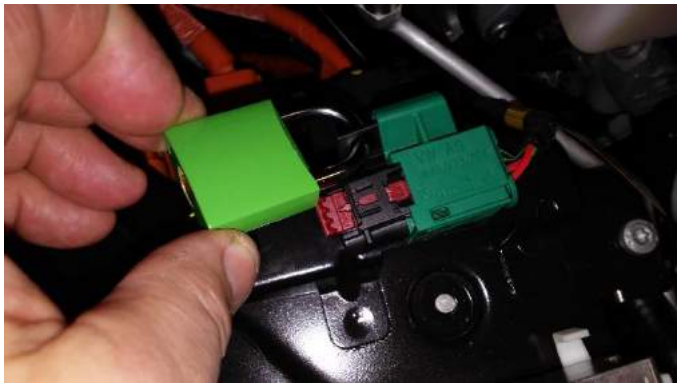
***System wysokiego napięcia*** posiada tzw. ***pętlę bezpieczeństwa*** czyli obwód, który w określonych miejscach można rozłączyć. Przerwanie pętli bezpieczeństwa powoduje natychmiastowe rozłączenie styczników obwodu wysokiego napięcia znajdujących się przy akumulatorach. W ten sposób wszystkie odbiorniki, złącza i przewody zostają odcięte od wysokiego napięcia akumulatorów. Pętlę bezpieczeństwa można przerwać miedzy innymi przy pomocy:

- wyłącznika głównego,
- wyłącznika bezpieczeństwa,
- bezpiecznika do awaryjnego odcięcia wysokiego napięcia w momencie zaistnienia wypadku drogowego.

a b

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



Rys. 7.1. Przykładowe miejsca przerwania pętli bezpieczeństwa
a – bezpiecznik awaryjny do odcięcia wysokiego napięcia w momencie zaistnienia wypadku drogowego, b – wyłącznik bezpieczeństwa (kostka) zabezpieczony kłódką przed nieuprawnionym załączeniem.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Podczas wykonywania prac obsługowo-naprawczych w pojazdach z napędem hybrydowym należy bezwzględnie przestrzegać poniższych podstawowych zasad i procedur:

- pojazd powinien być zabezpieczony przed dostępem osób niepowołanych (nie mających odpowiednich uprawnień) i oznaczony odpowiednimi znakami;
- do prac w systemach wysokiego napięcia nie mogą być dopuszczone osoby z wszczepionymi urządzeniami podtrzymującymi funkcje życiowe organizmu (np. rozruszniki serca, pompy insulinowe itp.);

*a* *b*

Rys. 7.2. Oznakowanie ostrzegawcze pojazdu z napędem hybrydowym w trakcie serwisowania
*a* – zakaz załączania napięcia – aktywacji systemu (pojazd w trakcie prac obsługowych) oraz ostrzeżenie przed wysokim napięciem w pojeździe, *b* – zakaz ładowania (bateria wysokiego napięcia odłączona).

- należy zachować szczególną ostrożność podczas kontaktu ze złączami i przewodami systemu wysokiego napięcia oznaczonymi kolorem pomarańczowym;

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

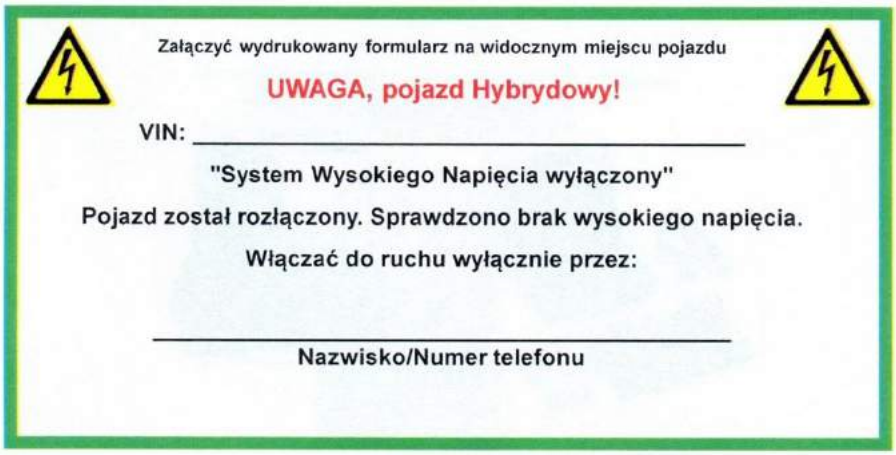
Rys. 7.3. Przewody i złącza wysokiego napięcia oznaczone kolorem pomarańczowym [4]

- przed przystąpienie do prac obsługowo-naprawczych upoważniona osoba przygotować pojazd zgodnie z obowiązującymi procedurami obejmującymi: rozłącznie wysokiego napięcia, zabezpieczenie przed reaktywacją, potwierdzenie deenergizacji systemu (braku napięcia) i uziemienie;

Rys. 7.4. Elementy, które technik wysokich napięć jest zobowiązany wyjąć z samochodu i zabezpieczyć przed dostępem innych osób uniemożliwiające reaktywację systemu wysokiego napięcia (klucz zapłonowy, wyłącznik główny, wyłącznik bezpieczeństwa) [4]

- po rozłączeniu zasilania przed sprawdzeniem braku wysokiego napięcia należy odczekać około 1 minuty w związku z rozładowywaniem się kondensatorów znajdujących się w układzie;
- po rozłączeniu wysokiego napięcia i sprawdzeniu jego braku należy umieścić w pojeździe na widocznym miejscu tabliczkę informacyjną;

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 7.5 Tabliczka informująca o wyłączeniu systemu wysokiego napięcia [4]

- podczas prac przy zespołach wysokiego napięcia należy używać odpowiednich środków ochronnych zgodnie z procedurami bezpieczeństwa: gumowe rękawice ochronne odporne na wysokie napięcia, izolowane obuwie robocze, narzędzia odporne na wysokie napięcie, okulary ochronne, ubranie izolacyjne;

Rys. 7.6. Gumowe rękawice ochronne odporne na wysokie napięcie do 20 kV

- zachować szczególną ostrożność przy elementach i zespołach wysokiego napięcia oznaczonych nalepką ostrzegawczą „***High Voltage***”;
- nie wolno używać do mycia elementów i zespołów wysokiego napięcia wody;
- na złączach i stykach wysokiego napięcia nie wolno używać żadnych środków polepszających kontakt (smary, płyny, olej itp.);

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

- wszelkie uszkodzone przewody, złącza i inne elementy muszą być wymienione na nowe; dotyczy to także uszczelek i śrub przewidzianych przez producenta jako jednorazowych;
- z uwagi na magnesy stałe występujące w silniku elektrycznym można go umieszczać wyłącznie na drewnianych regałach lub stołach warsztatowych;
- po zakończeniu prac osoba uprawniona załącza zgodnie z procedurą wysokie napięcie umieszczając jednocześnie na pojeździe w widocznym miejscu informację „System wysokiego napięcia aktywny".

Rys. 7.7. Tabliczka informująca o załączeniu systemu wysokiego napięcia [4]

**Bibliografia:**

[1] Bosch. Informator techniczny. Elektrotechnika i elektronika samochodowa. Napędy hybrydowe, ogniwa paliwowe i paliwa alternatywne. Warszawa, WKŁ 2010
[2] Gabryelewicz M.: Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych. cz. 1. Warszawa WKŁ 2010
[3] Materiały szkoleniowe Toyota Prius i Lexus RX 400h. Toyota Motor Poland Co. Ltd. Centrum Szkoleniowe, Warszawa 2010
[4] Materiały szkoleniowe Volkswagen Technik HV. Volkswagen Polska. Centrum Szkoleniowe, Poznań 2015

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

# Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych samochodów elektrycznych

**(Opracował: Przemysław Polowczyk)**

## Spis treści

Streszczenie
1. Historia rozwoju pojazdów elektrycznych
2. Zalety i wady pojazdów elektrycznych
3. Ochrona środowiska
4. Rodzaje napędów elektrycznych
   4.1 Podstawowe pojęcia
   4.2 Napęd elektryczny (EVP)
   4.3 Ogniwa paliwowe (FCBEV)
5 Samochód VW e-Up
   5.1 Bateria wysokowoltowa
   5.2 Trójfazowy zespół napędowy VX54 VW e-up
   5.3 Układ chłodzenia
   5.4 Ogrzewanie i klimatyzacja pojazdu
6 Bezpieczeństwo pracy

Bibliografia

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

**Streszczenie.**

Opracowanie przeznaczone jest dla osób, które nie posiadają dotychczas jakiejkolwiek wiedzy na temat napędów elektrycznych pojazdów lub ich wiedza w tym zakresie jest niewielka. Przedstawiono w nim wybrane, wg opinii autora najistotniejsze, zagadnienia związane z napędem pojazdów elektrycznych.

Na wstępie zaprezentowano krótki rys historyczny rozwoju konstrukcji tych pojazdów oraz przypomniano wybranych, wybitnych ich konstruktorów i wynalazców.

Przystępując do pogłębionej analizy zagadnienia opisano wady i zalety stosowania napędu elektrycznego pojazdów oraz istotne aspekty ochrony środowiska.

Następnie przedstawiono podstawowe pojęcia dotyczące pojazdów elektrycznych oraz dokonano przeglądu typowych rozwiązań konstrukcyjnych z licznymi przykładami.

Na szczególną uwagę zasługuje rozdział, w którym zaprezentowano wprowadzany w najbliższym czasie na rynek sprzedaży mały miejski samochód elektryczny, który zaproponował Volkswagen – e-up. Zaprezentowano jego sylwetkę oraz opisano krótko budowę jego komponentów związanych z układem napędu elektrycznego.

Ze względu na zagrożenie porażeniem prądowym, w końcu opracowania przedstawiono podstawowe zasady związane z czynnościami zabezpieczenia instalacji wysokowoltowej pojazdu przed przystąpieniem do prac obsługowo-naprawczych. Przypomniano również o skutkach porażenia prądem elektrycznym i zasadach udzielania im pierwszej pomocy.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

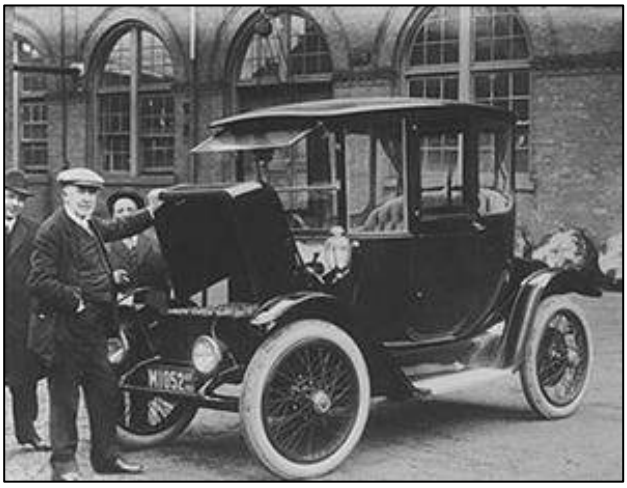
## 1. Historia rozwoju pojazdów elektrycznych.

Koncepcje i prototypy pierwszych pojazdów z napędem elektrycznym pojawiły się kilkadziesiąt lat wcześniej niż pierwsze pojazdy napędzane silnikami spalinowymi.

Jak pierwszy uznaje się pojazd skonstruowany przez Amerykanina Thomasa Davenporta, kowala i wynalazcę, który swój pojazd zaprezentował już w 1835 roku. Był on zasilany jednorazową baterią a jego zasięg wynosił maksymalnie 30 km.

W 1881 roku swój trójkołowy pojazd z napędem elektrycznym prezentuje paryżanin Gustaw Trouvé – pojazd ten wyposażony jest w wielokrotnie ładowany akumulator ołowiowy (wynaleziony w 1860 roku) i może osiągać prędkość jazdy do 12 km/h – jest on pierwszym, oficjalnie uznanym pojazdem elektrycznym.

W 1913 roku swoją konstrukcję prezentuje światu Thomas Edison, jeszcze wcześniej zrobili to Ferdynand Porsche (1900 r.), szwajcar A.Tribelhorn i wielu innych.



Rys.1.1 Thomas Edison i jego pojazd elektryczny [2]

Pojazdy elektryczne we wczesnej fazie rozwoju motoryzacji cieszą się dużym uznaniem i popularnością – w stosunku do pojazdów napędzanych silnikami spalinowymi cechuje je cichobieżność pracy, czystość eksploatacji i nie potrzebują dużej siły i sprawności fizycznej do uruchomienia silnika (pierwsze silniki spalinowe uruchamiane były za pomocą korby) dlatego tego dedykowane są przede wszystkim zamożnym kobietom ze środowisk wielkomiejskich.
Istotnym ograniczeniem stosowania tego typu pojazdów w tamtych latach pozostaje jednak ich zasięg, rozwijana prędkość, masa i czas ładowania akumulatorów oraz stwarzane niebezpieczeństwo w wypadku poważniejszej kolizji.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

W 1913 roku zostaje wprowadzony przez Cadillaca do rozruchu silnika spalinowego rozrusznik elektryczny, trwa również od kilku już lat masowa (tania) produkcja Forda T, a stosowane rozwiązania konstrukcyjne pojazdów napędzanych silnikami spalinowymi są coraz doskonalsze – opracowanie układu chłodzenia silnika cieczą znacznie wydłużyło czas jazdy pojazdem a więc i jego jednorazowy zasięg.

Rys.1.2 Ford T [2]

Ołowiowe akumulatory ładowane są niedopracowanymi jeszcze prostownikami, co zakłóca ich działanie i ogranicza trwałość. Dynamicznie rozwija się lobby czerpiące zyski z wydobycia i przetwórstwa ropy naftowej. Wszystko to powoduje nastanie okresu stagnacji w rozwoju konstrukcji pojazdów z napędem elektrycznym, trwającej do zakończenia II wojny światowej.

Nowy impuls zostaje nadany w 1947 roku – w laboratoriach firmy Bell, przez Johna Bardeen'a, Waltera Houser Brattain'a oraz Williama Bradford Shockley'a zostaje skonstruowany tranzystor. Rozpoczyna się nieprzerwany rozwój rozwiązań konstrukcyjnych pojazdów z napędem elektrycznym. Na przestrzeni lat praktycznie wszyscy czołowi producenci pojazdów przedstawiają swoje konstrukcje pojazdów użytkowych o napędzie elektrycznym, które w mniejszych lub większych seriach wychodzą z produkcji i trafiają na rynek użytkowników. Kryzys paliwowy początku lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku to kolejny sprzymierzeniec rozwoju konstrukcji pojazdów o napędzie elektrycznym; coraz istotniejszym staje się również aspekt ochrony środowiska i pojawienie się zjawiska smogu w wielu uprzemysłowionych miastach świata.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Rys. 1.3 Volkswagen T2 Electric – 1970 rok [6]

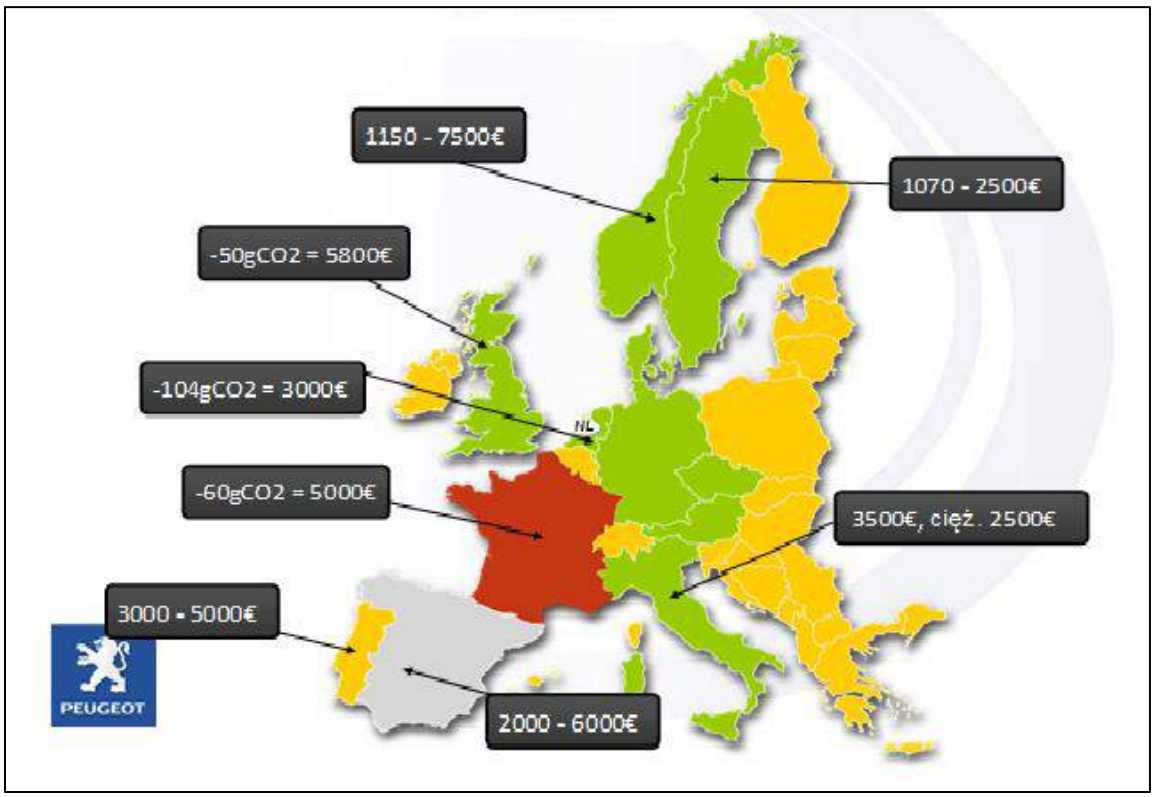
## 2. Zalety i wady pojazdów elektrycznych.

Od samego początku budowy pojazdów elektrycznych, tym co dopingowało lub zniechęcało konstruktorów tych pojazdów do dalszych prac, były ich wady i zalety. Również dzisiaj, w dobie dynamicznego rozwoju cywilizacyjnego świata, to funkcjonalność i dysfunkcje pojazdów elektrycznych decydują o ich popularności. Mimo wielu istotnych wad i niedoskonałości niektórych rozwiązań konstrukcyjnych, pojazdy elektryczne mają potężnego sprzymierzeńca – ekologię.

**Zalety pojazdów elektrycznych:**

- cichobieżna praca, co powoduje że są coraz częściej wykorzystywane w turystyce (zwiedzanie parków krajobrazowych, rezerwatów przyrody, zabytkowych centrów miast itp.) oraz w rejonach uspokojonego ruchu;
- niskie koszty bezpośrednie eksploatacji pojazdu;
- możliwość uzyskania dotacji na zakup pojazdu i zwolnienie z podatku (wybrane państwa);

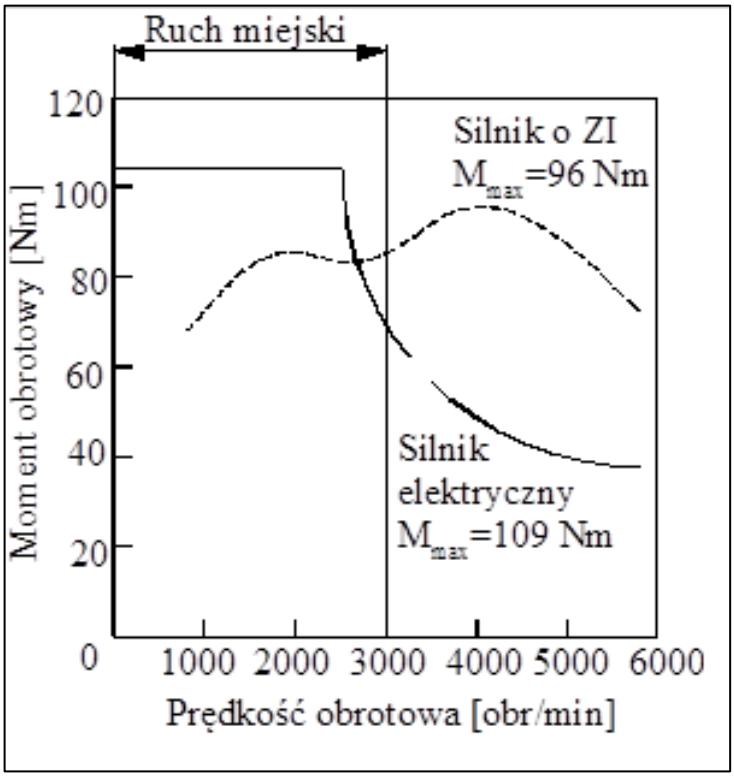
Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys.2.1 Dopłaty do pojazdów elektrycznych i lub niskoemisyjnych w Europie [1]

- trwałość i bezobsługowość elektrycznego silnika napędowego pojazdu;
- „czystość" źródła zasilania w energię elektryczną, która produkowana może być ze źródeł odnawialnych a w wypadku produkcji energii elektrycznej przez konwencjonalne elektrownie możliwe jest stosowanie kontrolowanej emisji spalin i pyłów poprzez ich filtrację;
- brak emisji spalin – coraz więcej dużych miast wprowadza ograniczenia do poruszania się pojazdów z silnikami spalinowymi w ich ścisłych centrach (nie dotyczy pojazdów elektrycznych);
- wysoki moment obrotowy: praktycznie od momentu uruchomienia silnik elektryczny dysponuje maksymalnym momentem obrotowych co w stosunku do silnika spalinowego oznacza większe możliwości trakcyjne (większe przyspieszenie podczas ruszania);

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 2.2 Porównanie momentu obrotowego silnika elektrycznego i spalinowego

- wysoka sprawność silnika, dochodząca do 96 % (w wypadku silników spalinowych, nie przekracza ona 40 %);
- prostota konstrukcji układu napędowego (elektryczne silniki napędowe mogą być wręcz umieszczone bezpośrednio przy samych kołach; nie ma potrzeby stosowania takich podzespołów jak rozrusznik, alternator, sprzęgło, układ wydechowy itp.;
- istnieje możliwość rekuperacji (odzysku) energii elektrycznej podczas hamowania pojazdem elektrycznym: silnik napędowy staje się wówczas generatorem doładowującym akumulatory;
- brak zużycia energii podczas postoju np. na czerwonym świetle czy w korku ulicznym,
- brak potrzeby stosowania środków smarnych (poza przekładnią redukcyjną);
- rozwinięta infrastruktura sieci elektroenergetycznej (możliwość ładowania akumulatorów pojazdu z sieci przydomowej) .

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**Wady pojazdów elektrycznych:**

- wysoka cena zakupu pojazdu (pojazdy o napędzie elektrycznym są 2-3 krotnie droższe w stosunku do porównywalnych z silnikiem spalinowym);
- ograniczony zasięg pojazdu, zmniejszający się wraz ze spadkiem temperatur;
- długotrwały proces ładowania akumulatorów, ograniczający jego gotowość do jazdy,
- słaba infrastruktura dostępności publicznych stacji ładowania
- wysoka cena zakupu akumulatorów w wypadku potrzeby ich wymiany (stawiająca niekiedy pod znakiem zapytania celowość tej operacji).

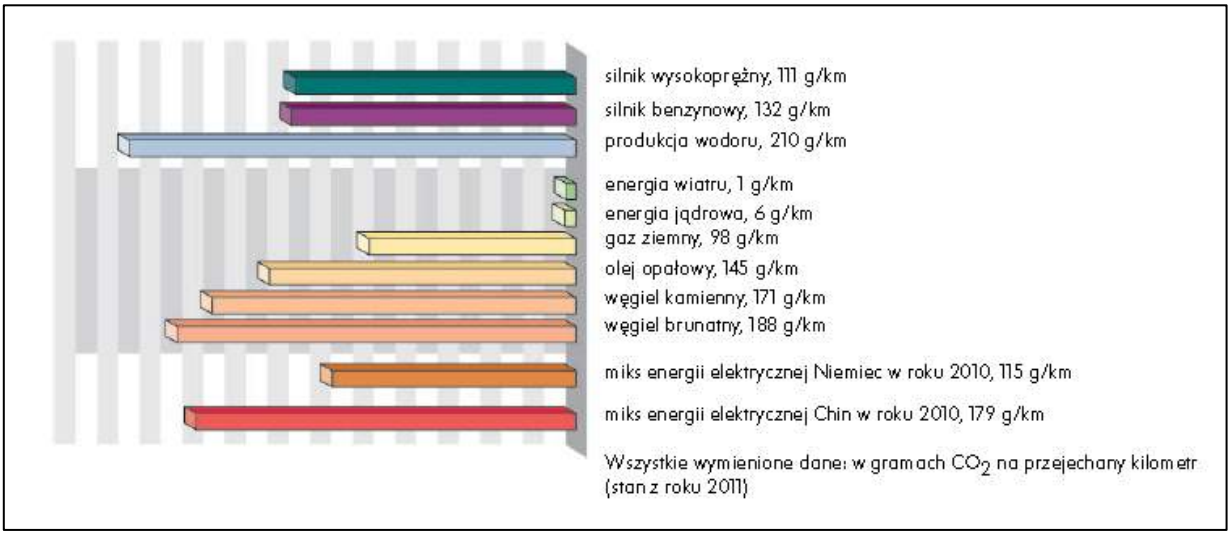
## 3. Ochrona środowiska.

Zbadane i jednoznacznie potwierdzone przez naukowców wystąpienie „efektu cieplarnianego" na świecie jest jednoznacznie wiązane ze wzrostem emisji $CO_2$ do atmosfery a spowodowane trwającą już od ponad 100 lat rewolucją przemysłową. Proces ten, jeśli nie zostanie wyhamowany, doprowadzić może w perspektywie kilkudziesięciu lat do tragicznych dla ludzkości w skutkach okoliczności. Wg niektórych danych, obecna emisja $CO_2$ do atmosfery wynosi 45 ton/rok; w celu uniknięcia przewidywanych tragicznych skutków wzrostu średniorocznej temperatury na Ziemi, należy ją ograniczyć do 0,7 tony/rok.
Motoryzacja jest jednym z głównych źródeł emisji $CO_2$ do atmosfery, stąd postawione przez światowych przywódców zadanie przed producentami pojazdów ograniczenia jego emisji. Zadanie to jest regulowane odpowiednim ustawodawstwem i poprzez to wymusza stosowanie coraz bardziej wymyślnych rozwiązań konstrukcyjnych pojazdów.

Poniżej przedstawiono średnia emisję $CO_2$ w przeliczeniu na 1 km przejechanej przez pojazd drogi z uwzględnieniem różnych źródeł energii/jej pozyskiwania.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 3.1 Poziomy emisji $CO_2$/1 km z uwzględnieniem różnych źródeł energii [5]

Z analizy tej jednoznacznie wynika, że najniższą emisję CO2, możemy uzyskać dzięki zastosowaniu energii odnawialnej i jądrowej. Niekorzystnie wypada tu również produkcja wodoru, który nie występuje w stanie wolnym w odpowiedniej ilości w naturze a jego produkcja pochłania bardzo dużo energii elektrycznej.

## 4. Rodzaje napędów elektrycznych.

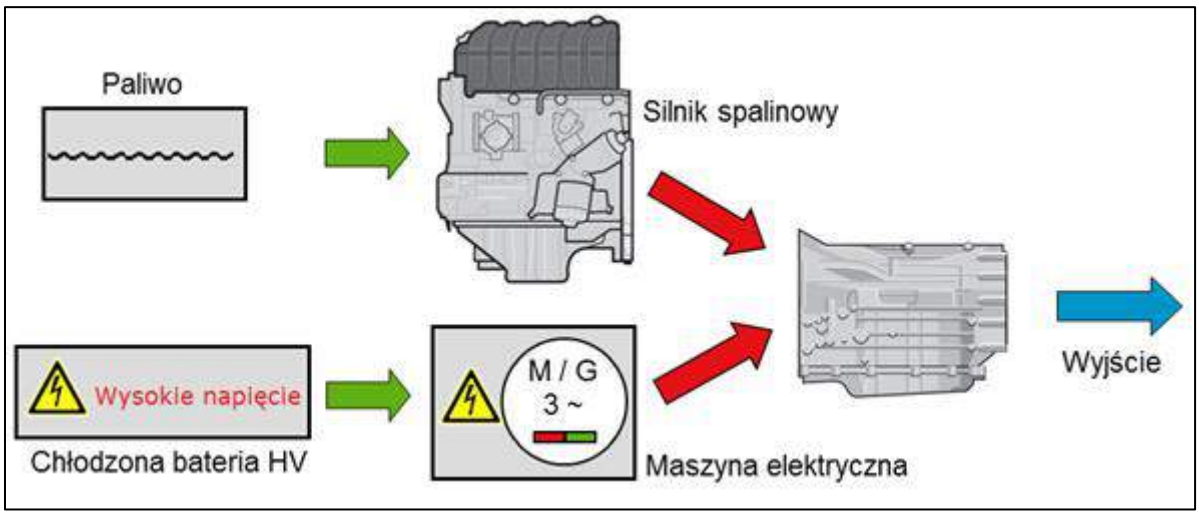
### 4.1 Podstawowe pojęcia.

**Napęd hybrydowy**

Wg definicji Organizacji Narodów Zjednoczonych, pod pojeciem pojazdu hybrydowego rozumiemy pojazd z kombinacją co najmniej dwóch różnych przetworników energii napędzającychgo i posiadający dwa różne zbiorniki energii. Moze to być np. Rower z dodatkowym napedem spalinowym/elektrycznym, żaglowiec z dodatkowym silnikiem spalinowym, samochód z napedzajacymi go silnikiem spalinowym i elektrycznym.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 4.1 Przykład napędu hybrydowego [5]

## Napęd elektryczny

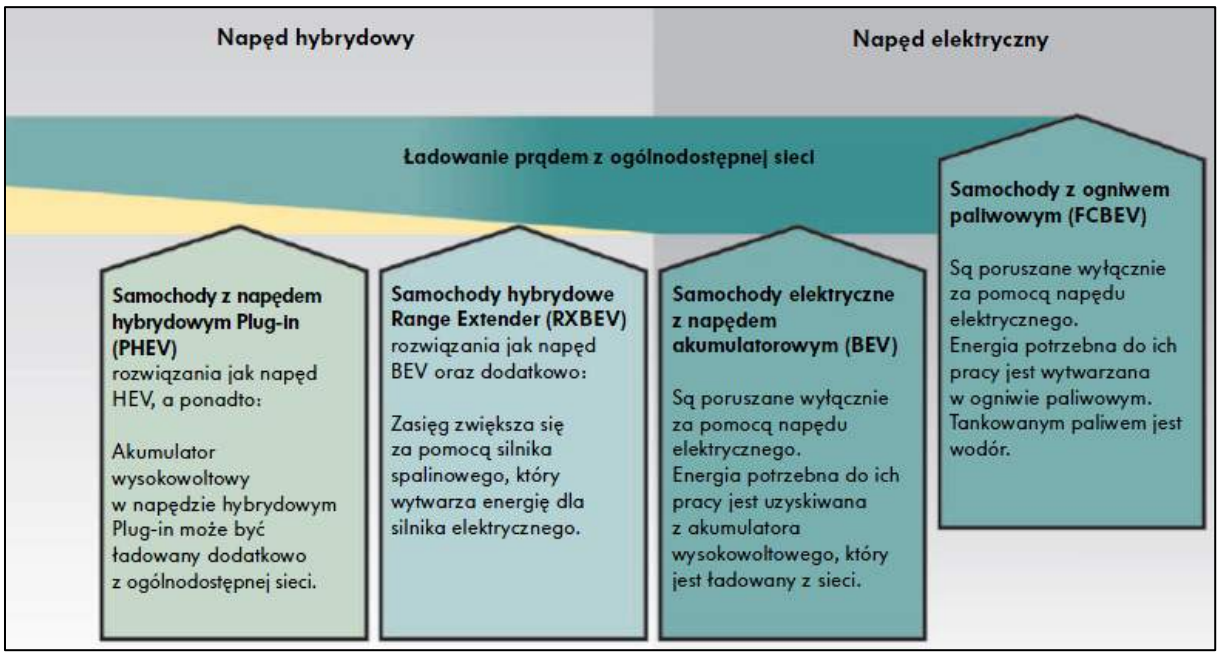
Pod pojęciem pojazdów o napędzie elektrycznym rozumiemy pojazdy, których źródłem napędu jest wyłącznie silnik elektryczny zasilany energią elektryczną zgromadzoną w akumulatorach lub wytworzoną przez ogniwa paliwowe.

## Rekuperacja

Jest to proces odzysku części energii kinetycznej rozpędzonego pojazdu o napędzie elektrycznym odczas jazdy rozpędem/hamowania takiego samochodu (pojazd porusza się bez momentu napędowego maszyny elektrycznej). Maszyna elektryczna pojazdu pracuje wówczas jako generator a wytworzona przez nia energia elektryczna gromadzona jest w wysokowoltowym akumulatorze

Volkswagen dokonał podziału pojazdów hybrydowych/elektrycznych wg poniższego schematu (oznaczeń).

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



Rys.4.2 Podział pojazdów hybrydowych [5]

**Objaśnienie stosowanych skrótów:**
**BEV** - Battery Electric Vehicle - samochód elektryczny z napędem akumulatorowym
**HEV** - Hybrid Electric Vehicle - samochód z napędem pełnohybrydowym
**FCBEV** - Fuel Cell Battery Electric Vehicle - samochód elektryczny zasilany ogniwami paliwowymi
**PHEV** - Plugin Hybrid Elekctric Vehicle - samochód z napędem pełnohybrydowym, z możliwością ładowania z sieci
**RXBEV** - Range Extender Battery Electric Vehicle - samochód z akumulatorowym napędem elektrycznym, z dodatkowym napędem generatora prądu do zwiększania zasięgu jazdy (range extender)

### BEV - Battery Electric Vehicle

Pojazd o napędzie akumulatorowym (elektrycznym). Samochód, który do napędu, wykorzystuje tylko i wyłącznie energię elektryczną zmagazynowaną w bateriach (akumulatorach).

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Rys.4.3 Smart ForTwo Electric (BEV) [7]

**HEV** - samochód z napędem pełnohybrydowym - najczęściej to połączenie silnika spalinowego i elektrycznego. Silniki te mogą pracować na przemian lub jednocześnie, w zależności od potrzeb, np.: w mieście elektryczny, za miastem spalinowy. Silnik elektryczny może być prądnicą i ładować akumulatory.

Napędy hybrydowe możemy podzielić na:

- szeregowe – silnik spalinowy pracuje cały czas w optymalnym zakresie obrotów napędzając generator prądu. Energia z generatora jest przekazywana do silnika napędowego a nadmiar do akumulatorów. Silnik elektryczny w razie potrzeby może również korzystać z energii zgromadzonej w akumulatorach.
- równoległe – (silnik spalinowy jest mechanicznie połączony z kołami) Gdy potrzebna jest duża moc silnik elektryczny i spalinowy mogą pracować równolegle. Podczas hamowania silnik elektryczny jest generatorem (rekuperacja energii).
- szeregowo – równoległe – kombinacja układu szeregowego i równoległego.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Rys. 4.4 Toyota Prius [2]

**FCBEV** - Fuel Cell Battery Electric Vehicle - samochód elektryczny zasilany ogniwami paliwowymi, pojazdy tego typu poruszane są wyłącznie za pomocą silnika elektrycznego a niezbędna do ich zasilania energia elektryczna wytwarzana jest za pomocą będących ich elementem konstrukcyjnym ogniwach paliwowych. Tankowanym paliwem jest wodór.

Rys. 4.5 Toyota Mirai zasilana przez wodorowe ogniwo paliwowe (FCBEV) [8]

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**RXBEV** – pojazd z takim układem napędowym posiada jeden silnik spalinowy oraz dwie maszyny elektryczne. Silnik spalinowy nie jest mechanicznie połączony z kołami napędowymi. Napęd jest przekazywany do kół wyłącznie drogą elektryczną. Silnik spalinowy napędza maszynę elektryczna, która pracuje jako generator i podczas jazdy doładowuje akumulator wysokowoltowy. Dzięki takiemu rozwiązaniu można zwiększyć zasięg jazdy samochodu. Akumulator wysokowoltowy jest jednak zazwyczaj ładowany z zewnątrz, poprzez gniazdo ładowania.

Rys. 4.6 Audi A1 e-tron (pojazd koncepcyjny [5]

## 4.2 Napęd elektryczny (EVP)

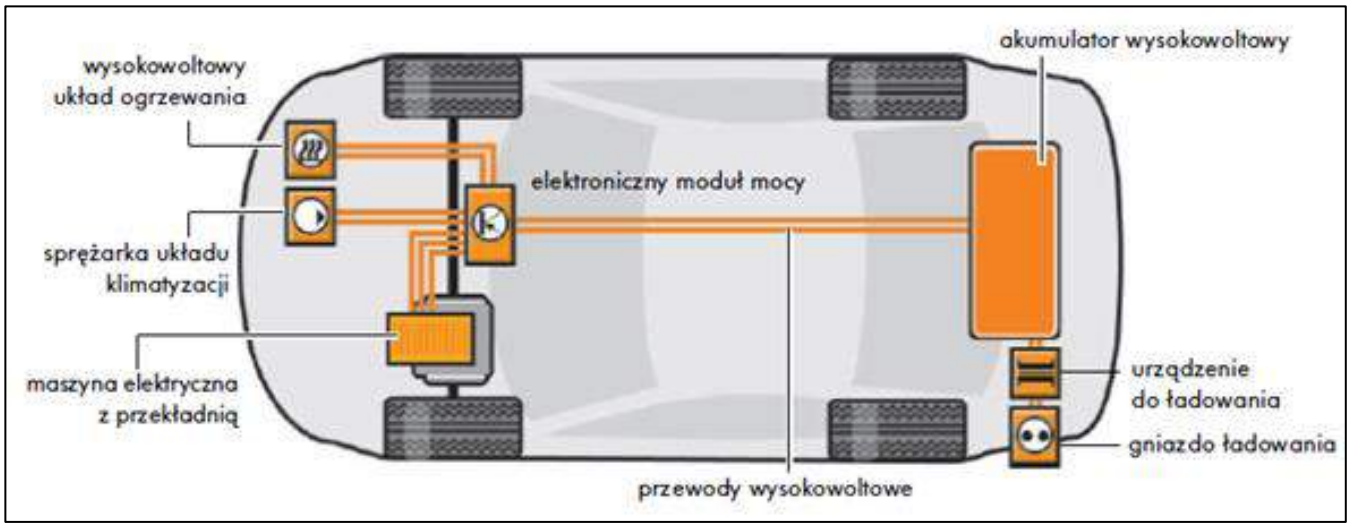
Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto, że pod pojęciem „czystego" napędu elektrycznego rozumie się tylko te rozwiązania, w których elementem napędowym kół są silniki elektryczne zasilane z baterii wysokowoltowej pojazdu lub energii elektrycznej wytworzonej przez pokładowe ogniwa paliwowe.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**Akumulatorowy napęd elektryczny (BEV).**

Do podstawowych komponentów akumulatorowego napędu elektrycznego (BEV), należą: bateria wysokowoltowa, elektroniczny moduł mocy oraz maszyna elektryczna z przekładnią. Ponadto w skład układu wysokonapięciowego wchodzą podzespoły układu komfortu – układ ogrzewania i napęd sprężarki klimatyzacji (zintegrowany z nią w jednej obudowie).



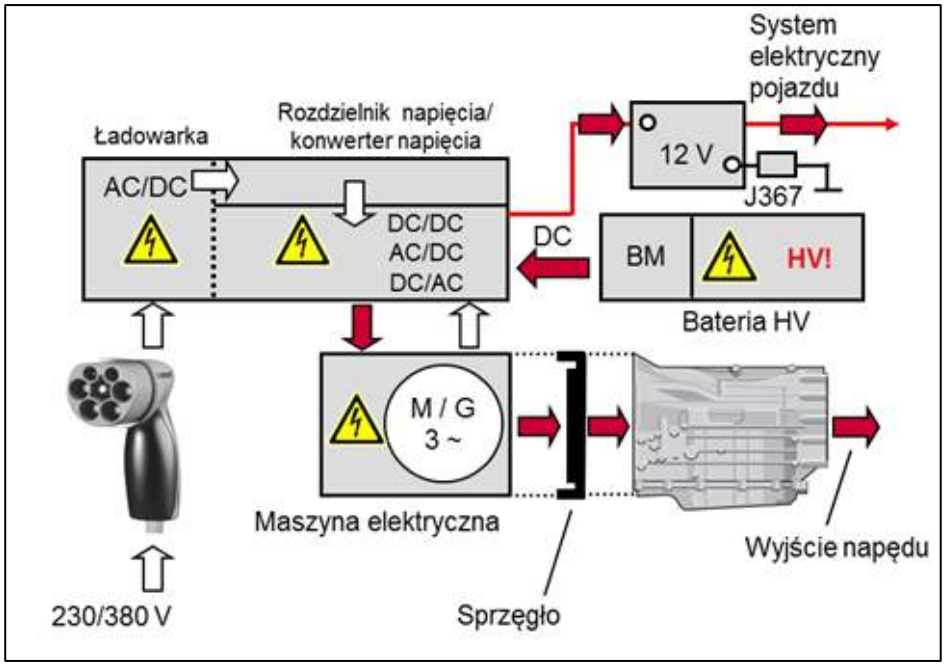

Rys. 4.7 Przykładowe rozmieszczenie komponentów napędu elektrycznego pojazdu typu BEV [5]

Pojazd tego typu realizuje cztery podstawowe tryby pracy:

- jazda z napędem elektrycznym: przebiega identycznie, jak w przypadku samochodu z napędem pełnohybrydowym: akumulator wysokowoltowy dostarcza energię do elektronicznego modułu mocy (rozdzielnik napięcia/konwerter napięcia), który zamienia napięcie stałe na napięcie przemienne, konieczne do napędu maszyny elektrycznej,

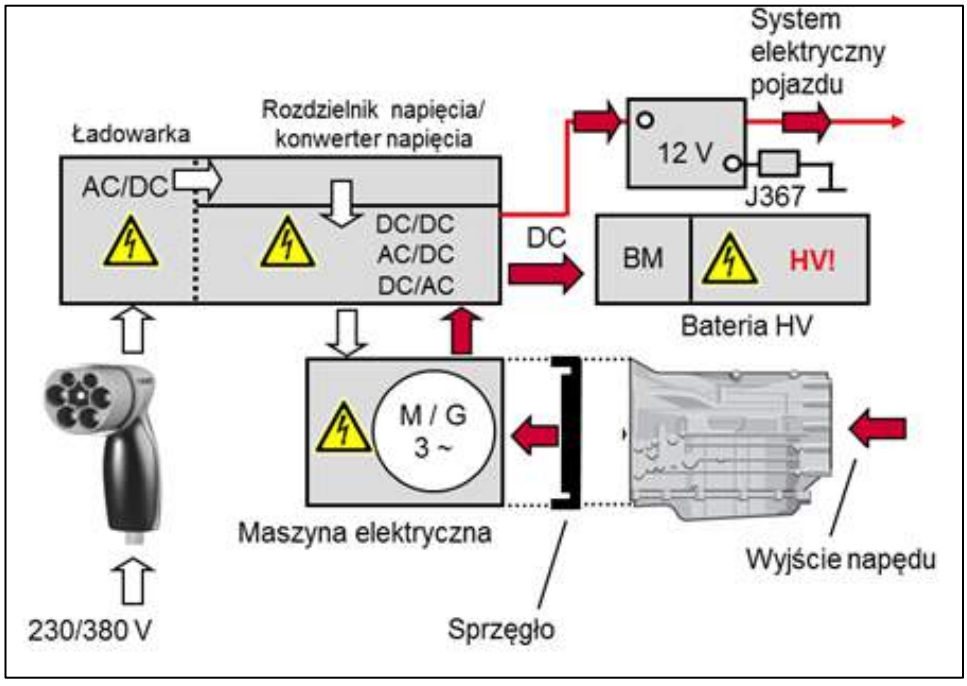
Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys.4.8 Tryb jazdy o napędzie elektrycznym (BEV) [5]

– rekuperacja (odzysk energii): podczas jazdy z rozpędem/hamowania maszyna elektryczna pełni funkcję generatora, a wytworzona przez niego energia elektryczna gromadzona jest w akumulatorze wysokowoltowym,

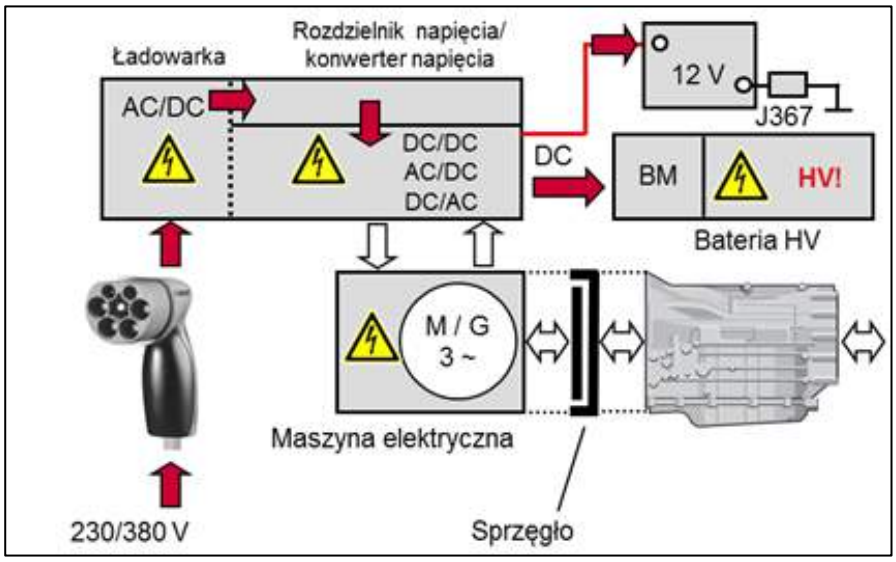



Rys. 4.8 Rekuperacja [5]

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

- działanie układu klimatyzacji: zaprogramowana przez użytkownika temperatura w kabinie uzyskiwana jest przez podgrzewanie powietrza za pomocą wysokowoltowego układu ogrzewania lub schładzane poprzez wymuszenie działania obiegu klimatyzacyjnego czynnika sprężarką napędzaną wysokowoltowym silnikiem elektrycznym.

- ładowanie z zewnętrznego źródła prądu: ładowanie akumulatora wysokowoltowego odbywa się poprzez gniazdo ładowania umieszczone w samochodzie. Gdy zewnętrzne źródło ładowania zostanie podłączone akumulator samochodu ładuje się samoczynnie aż do uprzednio nastawionej wartości. Proces ładowania zostaje zakończony automatycznie. Jeśli podczas ładowania są używane w samochodzie elektryczne odbiorniki prądu, są one wtedy zasilane w ramach trwającego ładowania.



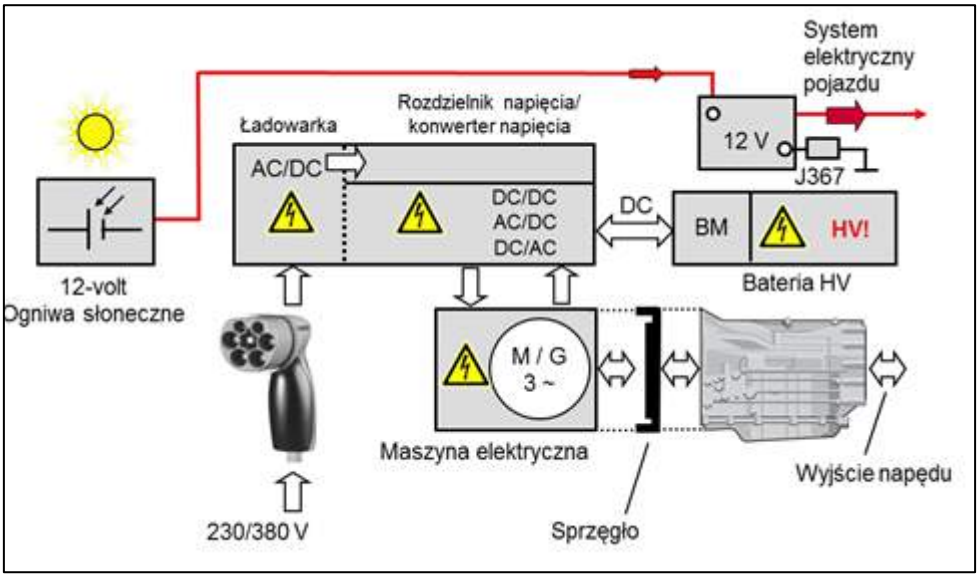

Rys.4.9 Ładowanie baterii [5]

Ponadto pojazdy elektryczne (i nie tylko) mogą być wyposażone w ogniwa fotowoltaniczne (baterie słoneczne), które mogą być wykorzystane do doładowania akumulatora 12 V lub zasilania mniej energochłonnych odbiorników.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Rys. 4.10 SSangYong e-XIV – pojazd koncepcyjny z panelem słonecznym na dachu [9]




Rys. 4.11 Wspomaganie zasilania instalacji 12 V pojazdu baterią słoneczną [5]

Opracowano również pierwsze prototypy pojazdów, w których bateria słoneczna doładowuje baterię wysokonapięciową - Ford C-MAX Solar Energi. W pojeździe, z wykorzystaniem dotychczas znanej konstrukcji baterii słonecznej, proces ładowania baterii wysokonapięciowej jest długotrwały. Ford poprosił o współpracę Georgia Institute of Technology, której owocem jest koncentrator energii słonecznej, który wykorzystuje specjalne

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

soczewki Fresnela, by kierować promienie słoneczne bezpośrednio do ogniw przy jednoczesnym 8-krotnym zwiększeniu dopływu światła.
Soczewkę Fresnela działa na zasadzie szkła powiększającego - „śledzi" poruszające ze wschodu na zachód słońce, dając każdego dnia energię równą czterem godzinom ładowania baterii (8 kW).
Zbudowany w oparciu o to rozwiązanie system paneli słonecznych sprawia, że Ford C-MAX Solar Energi stał się w istotny sposób niezależny od punktów dostępowych ładowania energią elektryczną. Szacuje się, ze może on zapewnić w 75 % wyjazdy przeciętnego kierowcy. Skuteczność jego działania zależy oczywiście od ilości dni słonecznych w miejscu eksploatacji pojazdu.

Rys. 4.12 Ford C-max Solar Energi [10]

### 4.3 Ogniwa paliwowe (FCBEV)

Pojazd o napędzie elektrycznym, którego silnik zasilany jest energią elektryczną wytworzoną w pokładowym ogniwie paliwowym, to kolejna ścieżka poszukiwań alternatywnych źródeł napędu pojazdów. Energia elektryczna wytworzone w ogniwie paliwowym przekazywana jest do elektronicznego modułu mocy i sterowania elektrycznym

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

silnikiem napędowym, gdzie następuje zamiana wytworzonego prądu stałego na przemienny (zasilający elektryczny silnik napędowy).

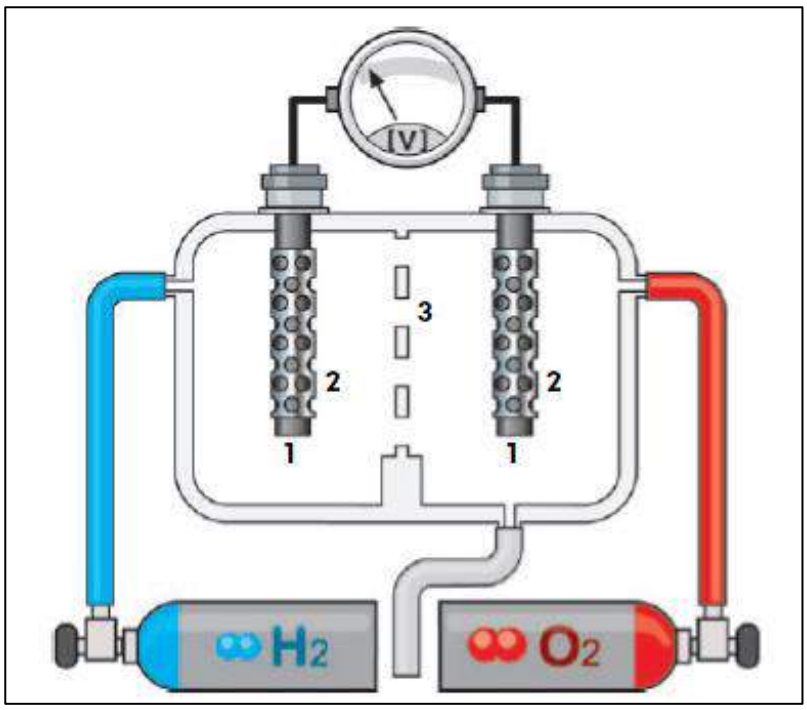
Wysokowoltowa bateria służy do kumulowania energii oraz jej rekupurowania a także jako bufor przy gwałtownym wzroście zapotrzebowania na moc.

W ogniwie paliwowym następuje proces wytwarzania energii elektrycznej z energii chemicznej. Przy czym sprawność procesu jest bardzo wysoka a jedynym jego produktem oprócz wytworzonej energii elektrycznej jest woda.

Paliwem zasilającym ogniwo paliwowe jest wytwarzany przemysłowo wodór, cechuje się on co prawda mniejszą energią niż węglowodory (benzyna, olej napędowy) jednak straty podczas procesów zachodzących w ogniwie są minimalne, co jest wyraźną zaletą tego rozwiązania.

**Budowa ogniwa paliwowego.**

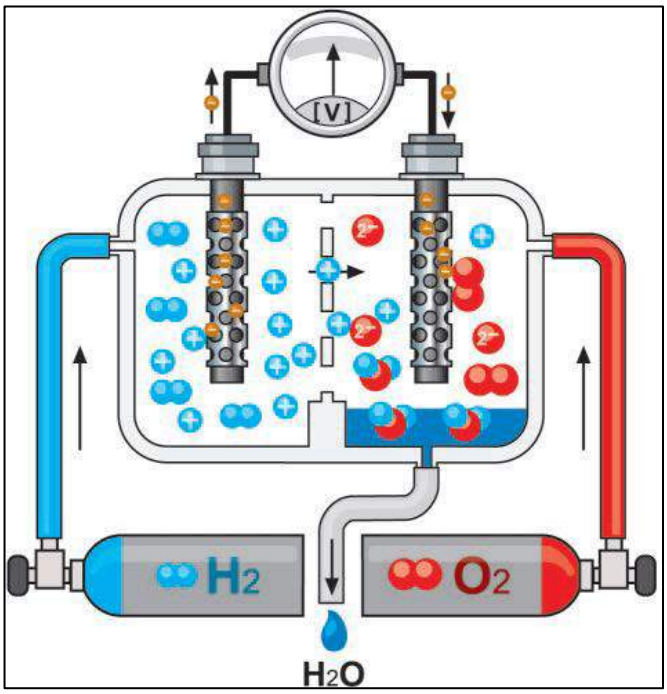
Tlenowo-wodorowe ogniwo paliwowe (rys. 4.14) składa się z np. dwóch elektrod (1), nanorurek węglowych pokrytych platyną – pełniących funkcję katalizatora (2) oraz specjalnej membrany (3).




Rys. 4.14 Schemat budowy ogniwa paliwowego [5]

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



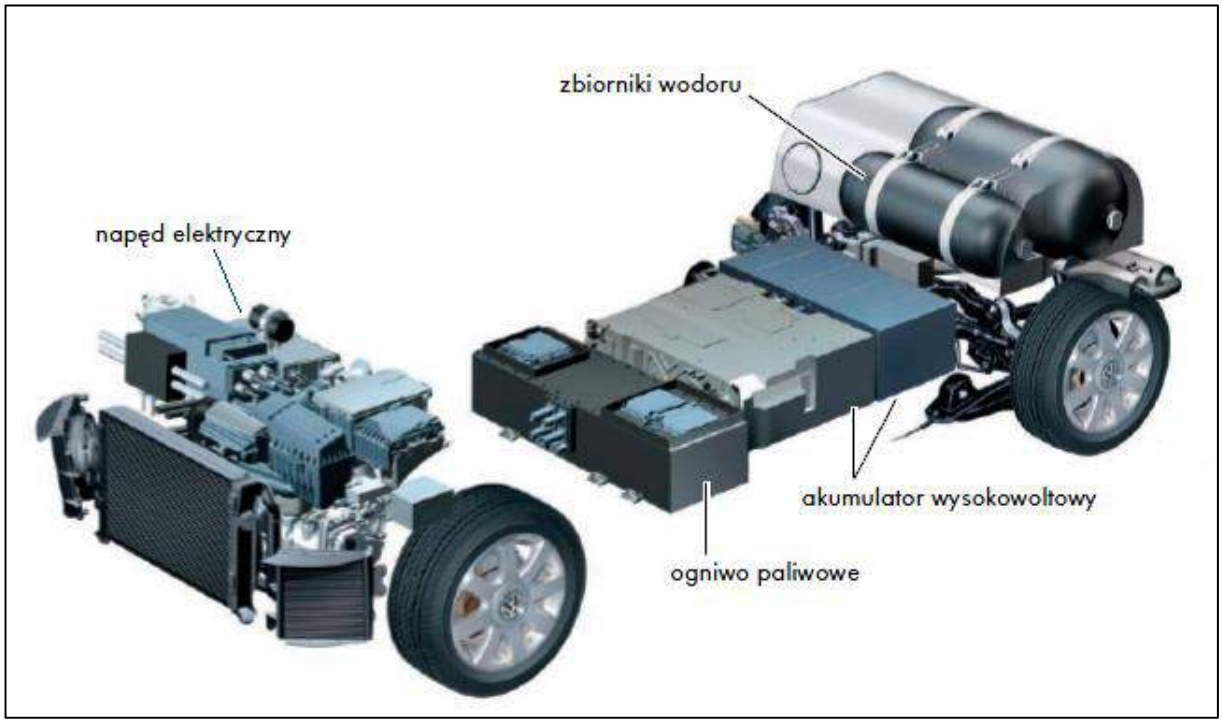

Rys. 4.15 Zasada działania ogniwa paliwowego [5]

**Zasada działania**: wodór ($H_2$) i tlen ($O_2$) doprowadzane są do obu elektrod: wodór do anody (A), a tlen do katody (K). Wodór zmagazynowany jest pod wysokim ciśnieniem w zbiorniku (około 700 bar) i przed dostarczeniem do ogniwa paliwowego jego ciśnienie musi być obniżone do około 100 bar; tlen zaś pochodzić może z powietrza, które przed dostarczeniem do ogniwa musi być dokładnie oczyszczone. Cząsteczka wodoru oddaje za pomocą katalizatora dwa elektrony i rozpada się na dwa naładowane dodatnio jądra wodoru (czyli protony). Mogą one przejść przez membranę, ponieważ po drugiej stronie membrany (strona katody) występuje mniej protonów w elektrolicie niż po stronie anody (zjawisko dyfuzji). Tlen wiąże katalitycznie na swej elektrodzie elektrony i natychmiast reaguje z wolnymi protonami wodoru tworząc w efekcie wodę ($H_2O$). Jeśli anoda i katoda zostaną ze sobą połączone elektrycznie, wtedy w wyniku tej reakcji płynie prąd (4). Przekształcanie wodoru na wodę powoduje w efekcie w ogniwie paliwowym bezpośrednie otrzymywanie energii elektrycznej oraz powstanie wydalanej wody. [5]

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**Pozostałe elementy instalacji.**

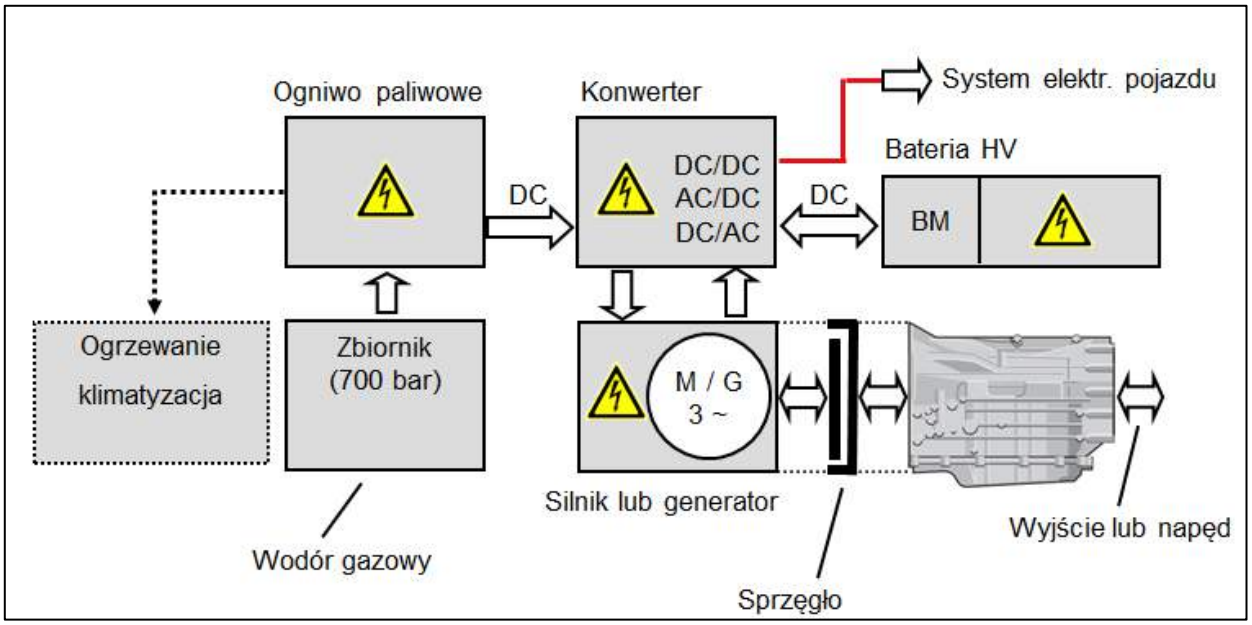
Ogniwo paliwowe pracuje w podwyższonej temperaturze (około 85 °C) dlatego wymaga chłodzenia – chłodnica czynnika, wentylator oraz pompa. Ponadto w celu uruchomienia ogniwa paliwowego niezbędna jest energia z akumulatora 12 V.




Rys. 4.16 Podstawowe komponenty pojazdu z ogniwem paliwowym [5]

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 4.17 Przykładowy przepływ energii elektrycznej pojazdu wyposażonego w ogniwo paliwowe[5]

Pojazd z ogniwem paliwowym zaliczany jest przez część autorów literatury technicznej do pojazdów hybrydowych, ponieważ uznają oni, że ogniwo paliwowe jest swoistego rodzaju silnikiem, a więc wg takiego stanowiska, pojazd taki zgodnie z definicją ONZ posiada dwa źródła napędu.

Uznając wiec to stanowisko, temat ten w niniejszym opracowaniu nie będzie pogłębiany.

Wodór przed konstruktorami pojazdów chcących go wykorzystać do ich napędu stawia szereg, trudnych do rozwiązania problemów, np.: szczelność i wytrzymałość zbiorników do jego magazynowania, odpowiednia ich pojemność w celu uzyskania zadowalającego zasięgu pojazdu, ilość punktów do tankowania i szybkość tego procesu, bezpieczeństwo podczas eksploatacji pojazdu i w razie zaistnienia wypadku drogowego. Istotnym jest również aspekt ekonomiczny tego przedsięwzięcia – wysokie koszty instalacji oraz cena wodoru. Aktualnie 1 litr wodoru kosztuje około 9 euro, jest więc on kilkakrotnie droższy od benzyny czy oleju napędowego.

Należy wiec sądzić, że proces rozwoju tej technologii będzie jeszcze dość długotrwały, a jego sukces niepewny. Wydaje się, że w wypadku pojazdów o napędzie alternatywnym najbliższa przyszłość należeć będzie do pojazdów o napędzie elektrycznym, zasilanym z pokładowej baterii i doładowywanej z zewnętrznych punktów zasilania.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

## 5. Samochód VW e-up

Rys. 5. 1 Volkswagen e-up [5]

Volkswagen wprowadza do sprzedaży swoją propozycje pojazdu elektrycznego. Wg przyjętych założeń jest to pojazd dedykowany do ruchu miejskiego a jego odbiorcami mają być osoby żyjące w środowisku metropolitalnym, żądające mobilności, ceniące sobie wysoką jakość życia, prowadząc jego nowoczesny styl oraz używające nowoczesnych technologii informacyjnych. Samochód cechuje aerodynamiczny kształt, podkreślenie wysokiej jakości akcentami oświetlenia diodowego oraz zaakcentowanie odrębności modelu w kolorze niebieskim (logo, siedzenia, szwy).

| | |
|---|---|
| Liczba miejsc / drzwi | Samochód 4-osobowy / 4-drzwiowy |
| Masa własna | 1 139 kg |
| Pojemność akumulatora | 18,7 kWh |
| Zużycie energii | 11,7 kWh / 100 km (cykl NEDC) |
| Gwarancja na akumulator | 8 lat |
| Zasięg | 160 km (cykl NEDC) |
| Moc (kW / Nm) | 60 kW / 210 Nm |
| Prędkość maksymalna | 130 km/h |
| Przyspieszenie (0 - 100 km/h) | < 13 s |
| Pojemność bagażnika | 250 l |

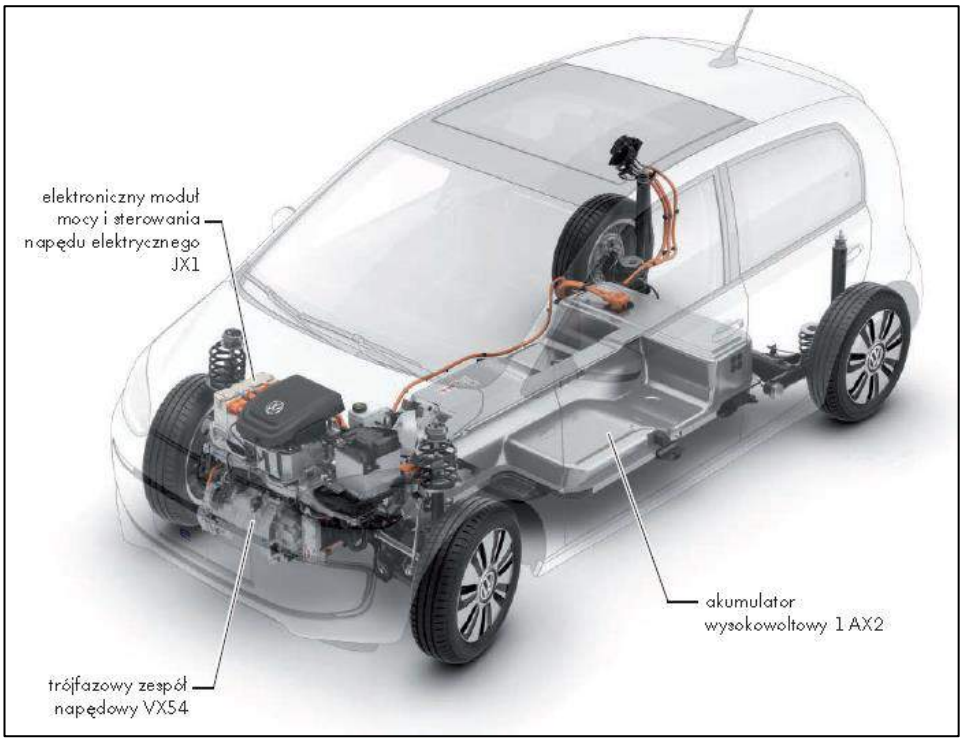
Rys. 5.2 Dane techniczne VW e-up [5]

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Różnica pomiędzy deklarowanym a rzeczywistym zasięgiem pojazdu zależy od takich czynników jak:

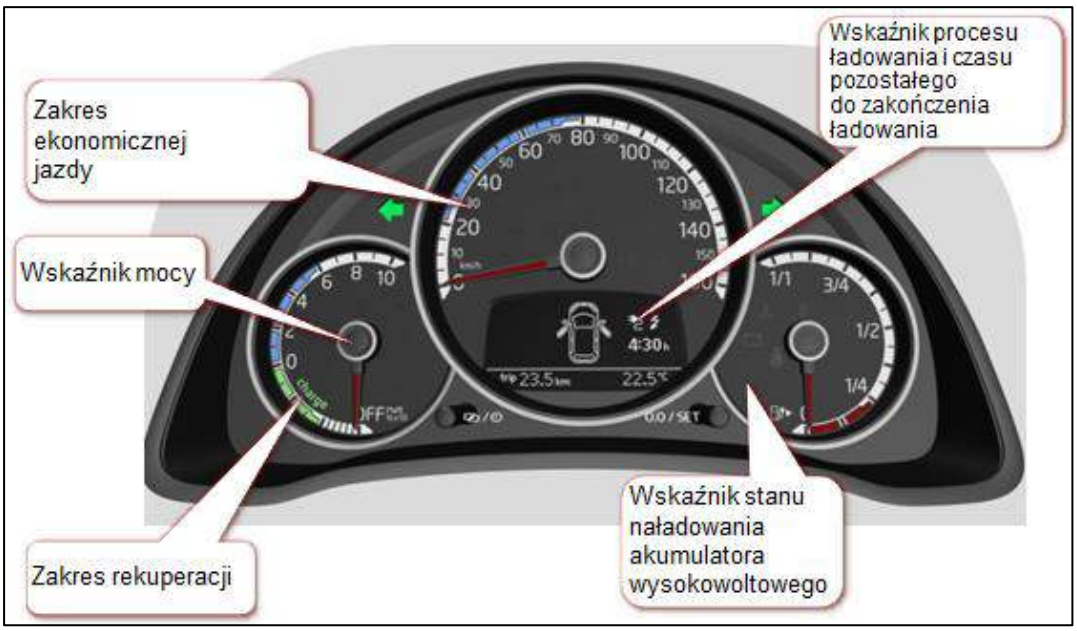
- styl jazdy,
- średnia prędkość,
- rodzaj i ukształtowanie trasy przejazdu,
- opory jazdy,
- ilość podróżujących osób i wielkość przewożonego bagażu,
- odpowiedni tryb jazdy (stosowanie rekuperacji).




Rys. 5.3 Rozmieszczenie głównych podzespołów [5]

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 5.4 Deska wskaźników [5]

Rys. 5.5 Stylizacja wnętrza [5]

## 5.1 Bateria wysokowoltowa

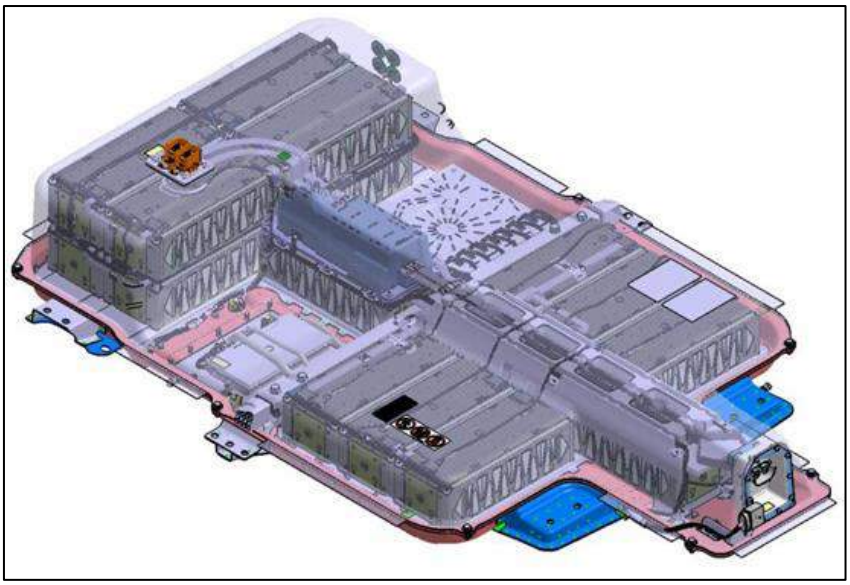

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Jest to jedna z nowszych generacji akumulatorów, której wewnętrzna budowa jest oparta na związkach litu. Jako elektrody są stosowane różne tlenki metalicznego litu oraz grafit, elektrolitem są natomiast różne rozpuszczalniki soli litu. Zawiera znikome ilości wody i nie wykazuje tzw. efektu pamięci, w porównaniu do akumulatora niklowo-kadmowego maja ponad dwukrotnie wyższą gęstość energii. W VW e-up bateria umieszczona jest pod podłogą pojazdu co powoduje obniżenie jego środka ciężkości i bardziej równomierny rozkład masy (większa stabilność poruszania się pojazdu).

Erasmus+

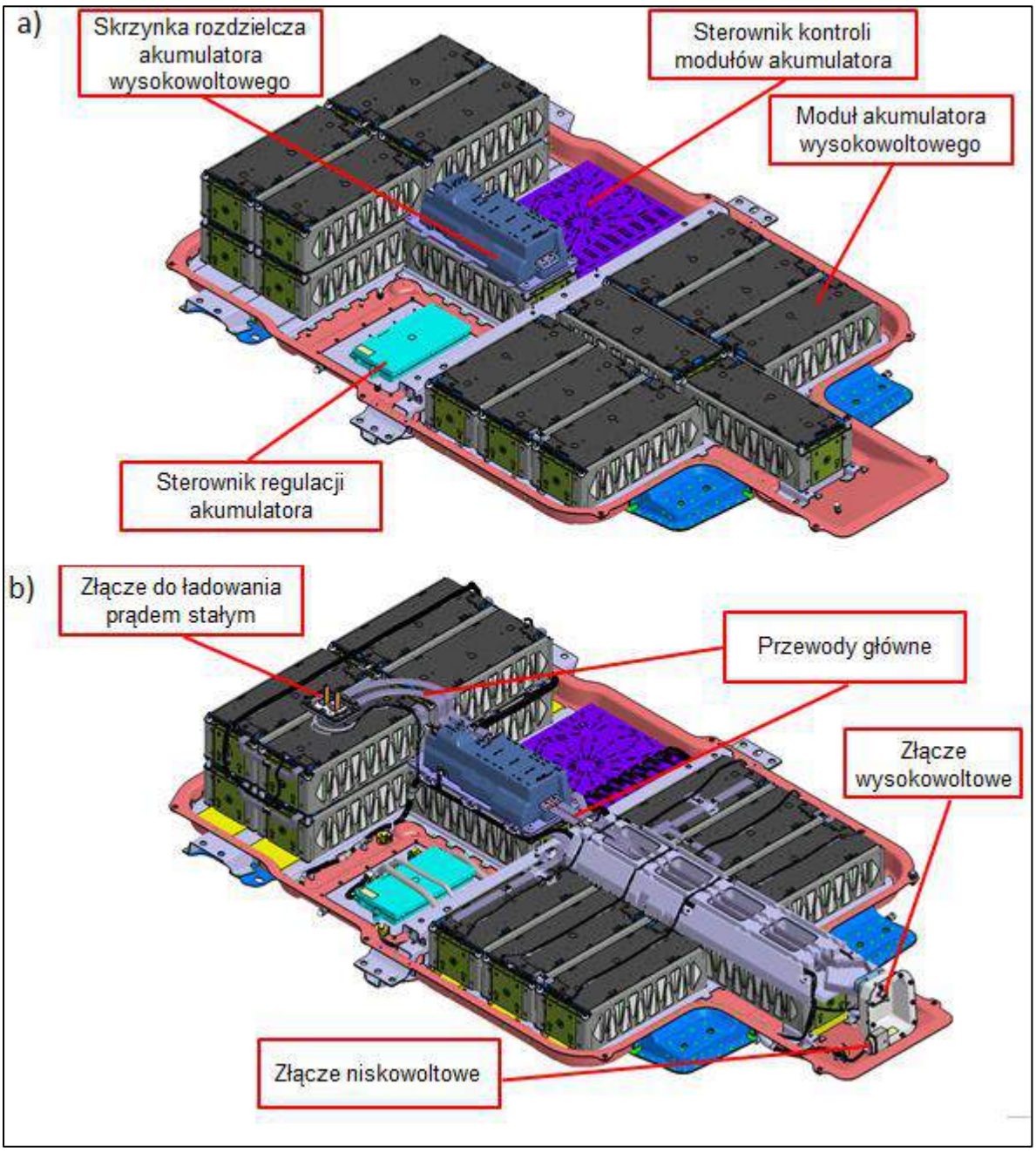
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



Rys. 5.6 Bateria wysokowoltowa [5]

Zbudowana jest z 204 pryzmatycznych ogniw, waży 230 kg, jej napięcie wyjściowe wynosi 374 V a pojemność 50 Ah. Przewidziana jest do pracy w zakresie temperatur -30 do + 50°C, którego przekroczenie powoduje przez elektronikę sterującą pojazdu ograniczenie mocy a nawet unieruchomienie pracy.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

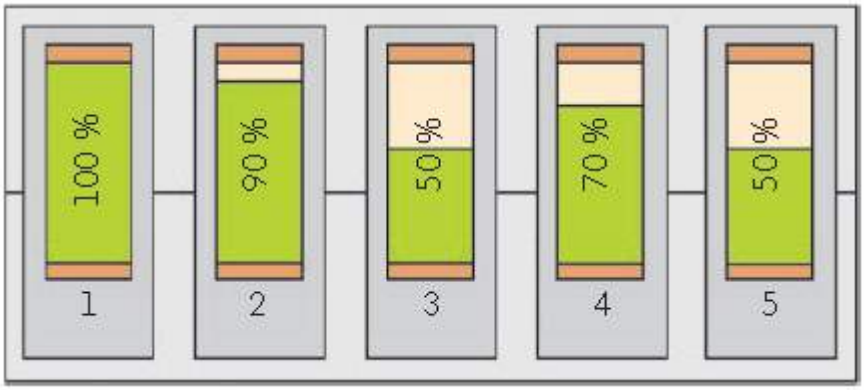



Rys. 5.7 Bateria wysokowoltowa – rozmieszczenie ważniejszych podzespołów [5]

Sterownik kontroli modułów akumulatora jest połączony z każdą parą jego ogniw. Kontroluje napięcie ogniw, ich temperaturę i stan naładowania. Regulacja stanu naładowania jest szczególnie ważna, ponieważ wszystkie ogniwa powinny być naładowane w tym samym stopniu. Wszystkie informacje są wysyłane do sterownika regulacji akumulatora.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Kontrola temperatury i stanu naładowania poszczególnych ogniw w istotny sposób wydłuża żywotność baterii.

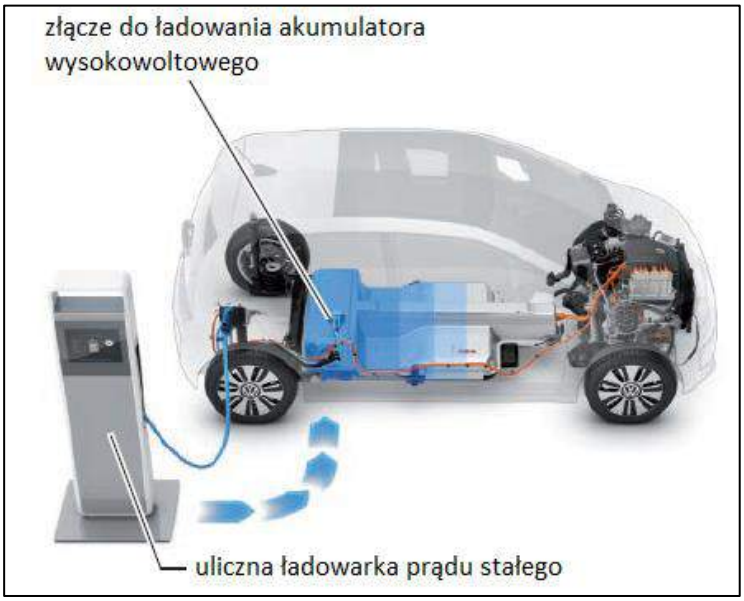



Rys. 5.8 Przykładowe różnice stopnia naładowania pomiędzy parami ogniw [5]

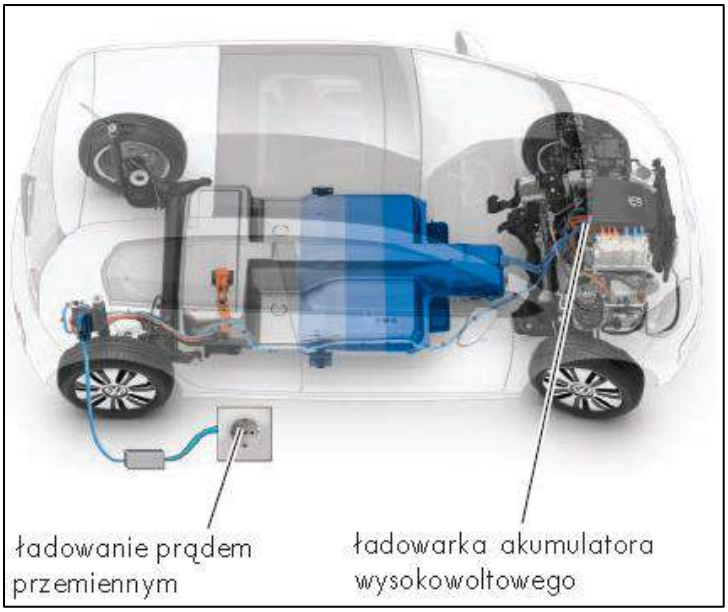
Dzięki regulacji stanu naładowania poszczególnych ogniw zapewnione jest ich równe napięcie a akumulator wysokowoltowy uzyskuje maksymalną pojemność. Sterownik kontroli modułów akumulatora mierzy napięcia i rozładowuje naładowane ogniwa przy wykorzystaniu wewnętrznych oporników.

Samochód e-up! można ładować zarówno prądem przemiennym jak i stałym, choć w rzeczywistości ładowanie baterii wysokowoltowej realizowane jest prądem stałym.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 5.9 Ładowanie prądem stałym (DC - Direct Current)




Rys. 5.10 Ładowanie prądem przemienny (AC - Alternating Current)

W wypadku ładowania pradem przemiennym (z gniazdka 220/380 V), system korzysta z przetwornika napięcia AC/DC – ładowarki zamontowanej w przedniej części komory silnika (Rys. 5.10).

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**W trakcie ładowania akumulatora wysokowoltowego, następuje również doładowanie akumulatora 12V, znajdującego się w komorze silnikowej i zasilającego odbiorniki elektryczne 12 V pojazdu.**

W momencie podłączenia wtyczki do ładowania, sterownik napięcia ładowania akumulatora nawiązuje komunikację ze sterownikiem silnika napędowego oraz pozostałymi sterownikami pojazdu, po stwierdzeniu że żaden z nich nie posiada kodów usterek, następuje załączenie styczników akumulatora wysokowoltowego i rozpoczyna się ładowanie. Zablokowany zostaje jednocześnie tryb gotowości pojazdu do jazdy. Jeżeli którykolwiek z systemów elektronicznego sterowania pojazdu zgłasza usterkę, doładowanie baterii wysokowoltowej jest uniemożliwione – do momentu usunięcia awarii.

Samochód w wersji europejskiej może być wyposażone opcjonalnie w złącze do ładowania jedynie prądem stałym lub złącze do ładowania prądem stałym albo zmiennym.

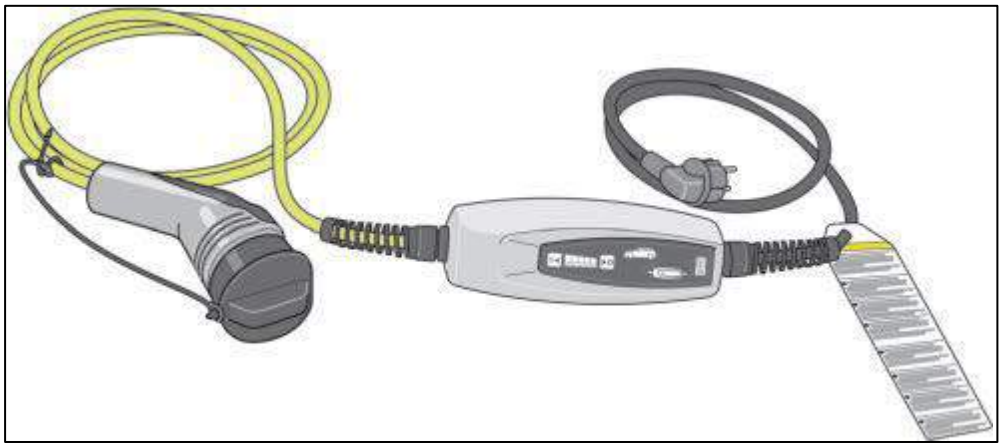
Na rynek japoński na przykład, wyposażany zostaje w specjalne złącze do ładowania ukryte pod przednią maską.

Rys. 5.11 Złącze do ładowania prądem AC/DC [5]

W wypadku ładowania baterii wysokowoltowej prądem przemiennym w warunkach przydomowych, należy użyć specjalnego przewodu do ładowania, będącego na wyposażeniu pojazdu. Przewód wyposażony jest w czujnik jego temperatury. Jeżeli jego temperatura przekroczy 80 °C, proces ładowania zostanie ograniczony a nawet przerwany do momentu jej spadku.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



Rys. 5.12 Przewód do ładowania prądem przemiennym w warunkach przydomowych [5]

Opcjonalnie można zakupić również dodatkowy przewód do ładowania prądem przemiennym z publicznych punktach dostępowych.

Możliwe jest również ładowania akumulatora wysokowoltowego w trybie przyspieszonym za pomocą prądu stałego ze stacji szybkiego ładowania (Rys. 5.13). Pojazd uzyskuje wtedy 80 % naładowania baterii w ciągu zaledwie 30 minut. Należy jednak pamiętać że tryby przyspieszonego ładowania mogą być przyczyną ograniczenia żywotności baterii wysokowoltowej.

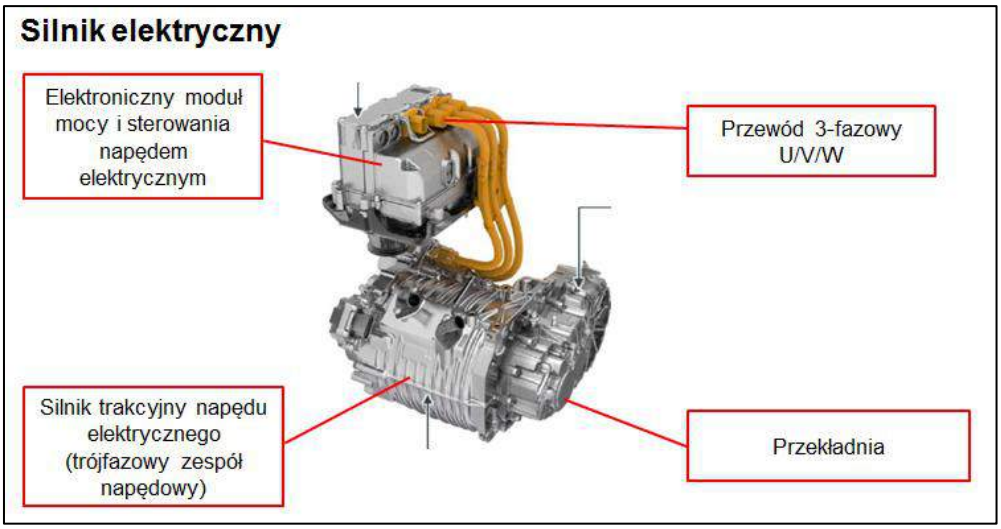
Rys. 5.13 Szybkie ładowanie ze stacji prądu stałego [5]

### 5.3 Trójfazowy zespół napędowy VX54 VW e-up.

Erasmus+

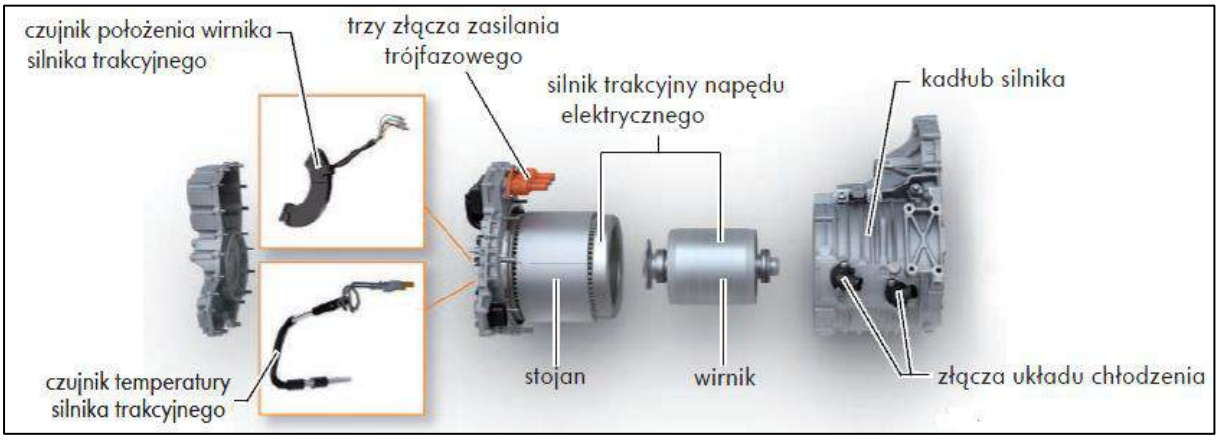
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Trójfazowy zespół napędowy zawiera silnik trakcyjny napędu elektrycznego, czujnik temperatury silnika trakcyjnego, czujnik położenia wirnika silnika trakcyjnego, złącza układu chłodzenia i złącza prądu trójfazowego. Zintegrowany jest z 1-stopniowa przekładnią.




Rys.5.14 Trójfazowy zespół napedowy VW e-up [5]

Czujniki trójfazowego zespołu napędowego nadzorują jego pracę przesyłając informacje do jednostki sterującej. W wypadku wykrycia usterki lub uszkodzenia któregoś z czujników, napęd pojazdu zostaje wyłączony i dalsza jazda staje się niemożliwa.

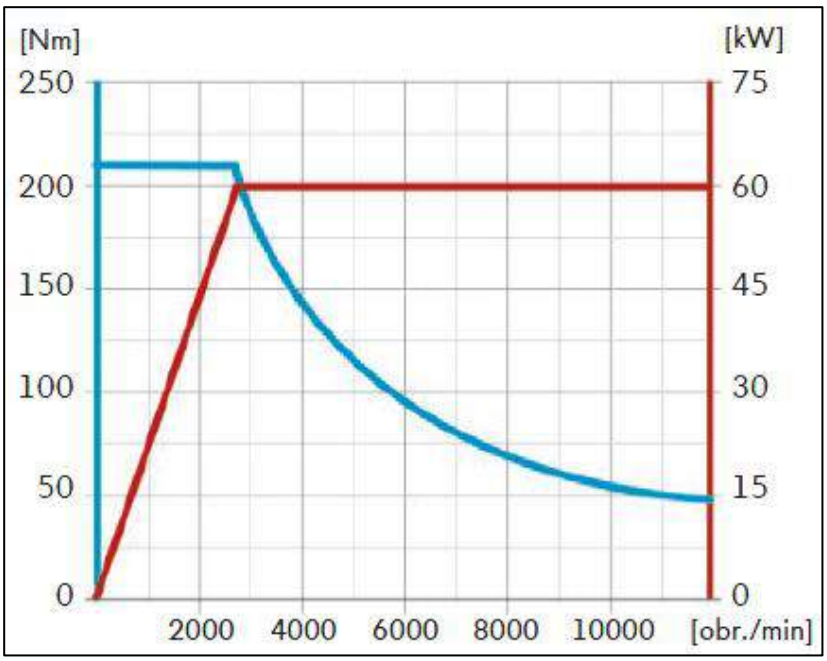



Rys. 5. 15 Podzespoły silnika elektrycznego [5]

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Silnik trakcyjny zespołu napędowego dysponuje od początku prędkości obrotowej pełną wartością momentu obrotowego, która maksymalnie wynosi 210 Nm, sprawia to że pojazd jest niezwykle dynamiczny w trybie jazdy miejskiej



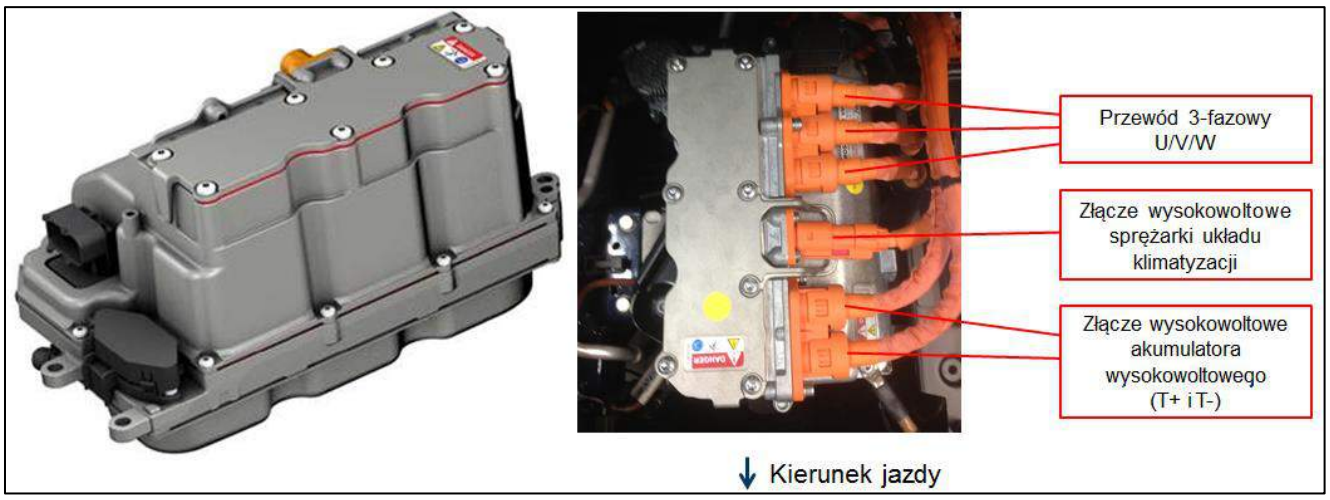

Rys. 5. 16 Charakterystyka mocy i momentu obrotowego silnika elektrycznego pojazdu [5]

**Elektroniczny moduł mocy i sterowania** steruje przepływem energii z akumulatora wysokowoltowego do trójfazowego zespołu napędowego. Znajduje się w prawej przedniej części komory silnika. Jest on odpowiedzialny także za ładowanie akumulatora 12 V.

Składa się z:

- sterownika napędu elektrycznego,
- jednokierunkowego przetwornika prądu DC/DC (324 V do ok. 12 V),
- dwukierunkowego przetwornika prądu DC/AC (DC/AC i AC/DC),
- kondensatora obwodu pośredniego,
- bezpiecznika sprężarki układu klimatyzacji,
- wtyczki bezpieczeństwa.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



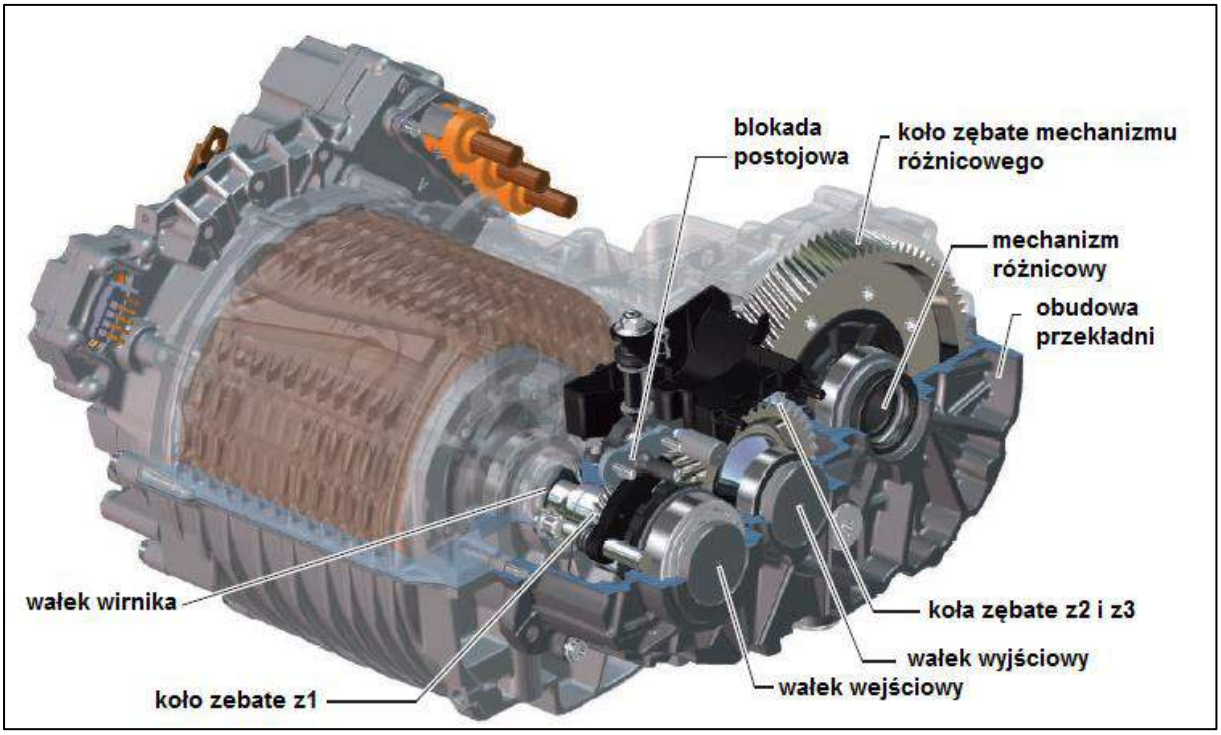

Rys. 5.17 Elektroniczny moduł mocy i sterowania [5]

Elektroniczny moduł mocy spełnia wysokie normy bezpieczeństwa, określone klasami ochrony IP (Internal Protection z ang. wewnętrzna ochrona), jest:

- pyłoszczelny,
- całkowicie zabezpieczeny przed dotknięciem,
- wodoszczelny podczas mycia strumieniem pary / myciem pod wysokim ciśnieniem,
- zabezpieczony przed „włożeniem palca”.

W wypadku prac demontażowych jego pokrywy przez osoby nieupoważnione, mimo nie wykonania wcześniejszych zaleceń związanych z procedurami bezpieczeństwa, następuje przerwanie tzw. „pętli bezpieczeństwa” co powoduje natychmiastowe odłączenie napięcia zasilania przez sterownik baterii wysokowoltowej - patrz rozdział 6.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 5.17 Przekładnia 1-stopniowa [5]

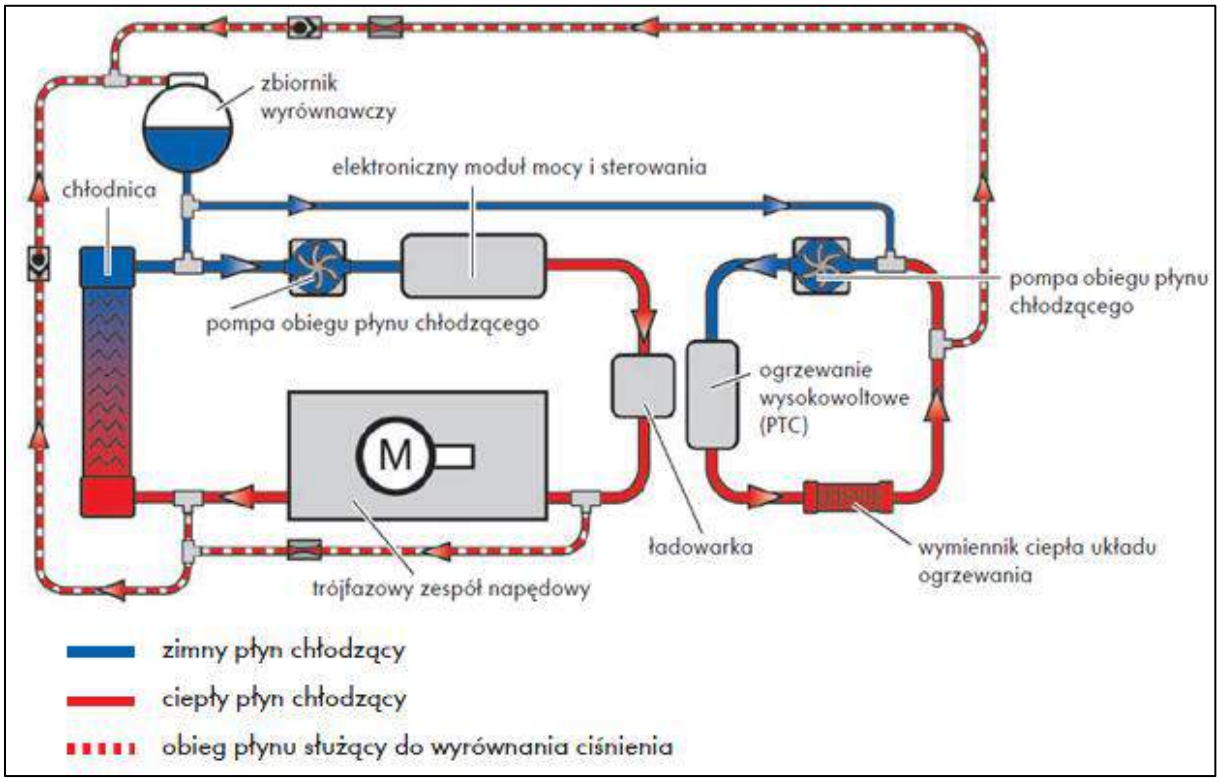
Wałek wirnika trójfazowego zespołu napędowego połączony jest z wałkiem wejściowym przekładni napędzając go. Współpracujące ze sobą koła zębate z2 i z3 przenoszą napęd na wałek wyjściowy a kolejna para kół (z3 i z4) przenosi napęd na kosz mechanizmu różnicowego, który poprzez półosie napędowe napędza koła samochodu.

W skrzyni umieszczono ponadto mechanizm blokady postojowej, którego uruchomienie jest możliwe przy prędkości jazdy poniżej 5 km/h. Skrzynia smarowane jest olejem przekładniowym, który rozprowadzany jest wewnątrz poprzez koła kosza mechanizmu różnicowego, które działają na zasadzie „koła młyńskiego". W trakcie realizacji biegu wstecznego, producent zaleca ograniczenie prędkości jazdy do 20 km/h ze względu na pogorszone warunki smarowania.

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

### 5.3 Układ chłodzenia

Układ składa się z dwóch niezależnych obiegów, z których jeden jest odpowiedzialny za schładzania wysokonapięciowych komponentów układu napędowego a drugi za ogrzewanie powietrza dostarczanego do kabiny pasażerskiej. Wymuszenie obiegu cieczy odbywa się przy pomocy niezależnych, napędzanych elektrycznie pomp.




Rys. 5.18 Obieg cieczy chłodzącej [5]

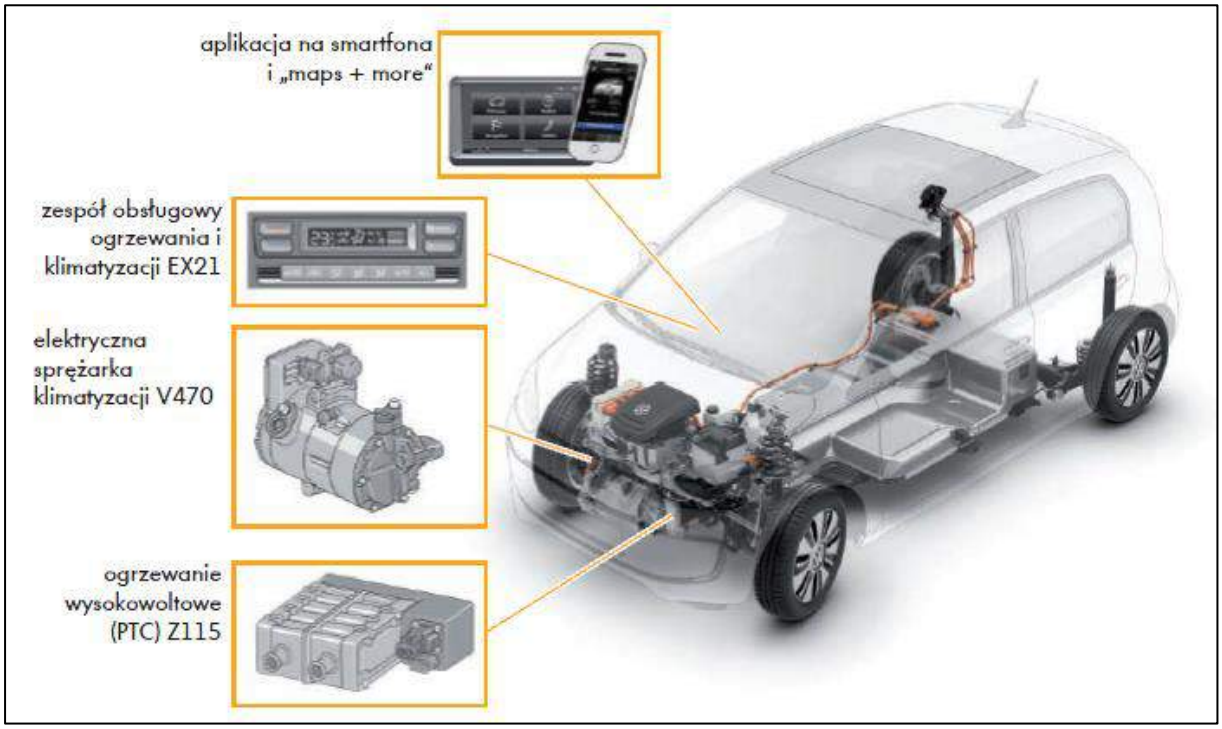
### 5.4 Ogrzewanie i klimatyzacja pojazdu

Układ Climatronic pojazdu został zmodyfikowany w stosunku do swojej podstawowej postaci w związku ze specyfiką pojazdu o napędzie elektrycznym. Sprężarka układu klimatyzacji otrzymała własny, wysokowoltowy napęd elektryczny oraz poddano ją modyfikacji minimalizującej drgania i emitowany hałas (cichobieżność poruszania się pojazdu).

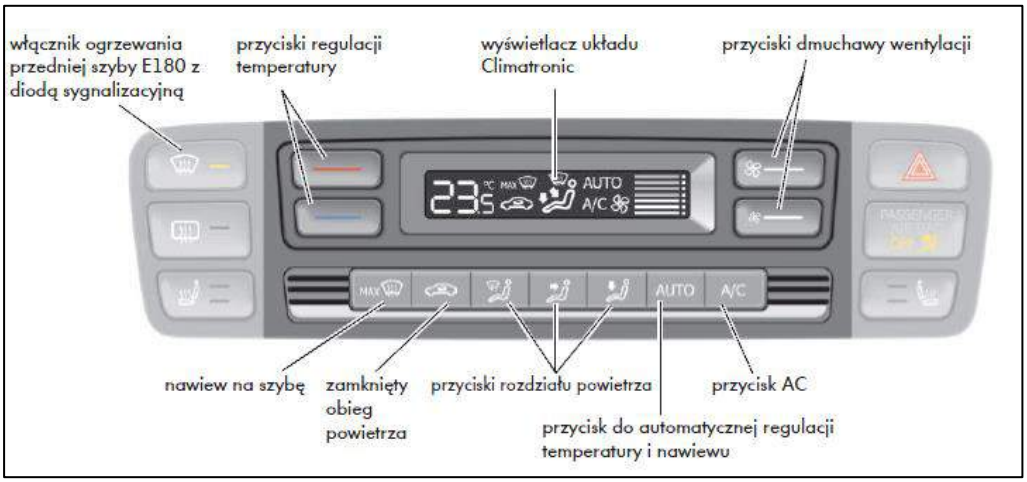
Ponieważ pojazd nie posiada silnika spalinowego, podgrzewanie cieczy chłodzącej wykorzystywanej do ogrzewania powietrza wprowadzanego do kabiny pasażerskiej realizowane jest za pomocą wysokowoltowego, sterowanego elektronicznie modułu grzejnego PTC.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 5.19 Podstawowe komponenty układu Climatronic VW e-up [5]




Rys. 5.20 Sterownik układu Climatronic [5]

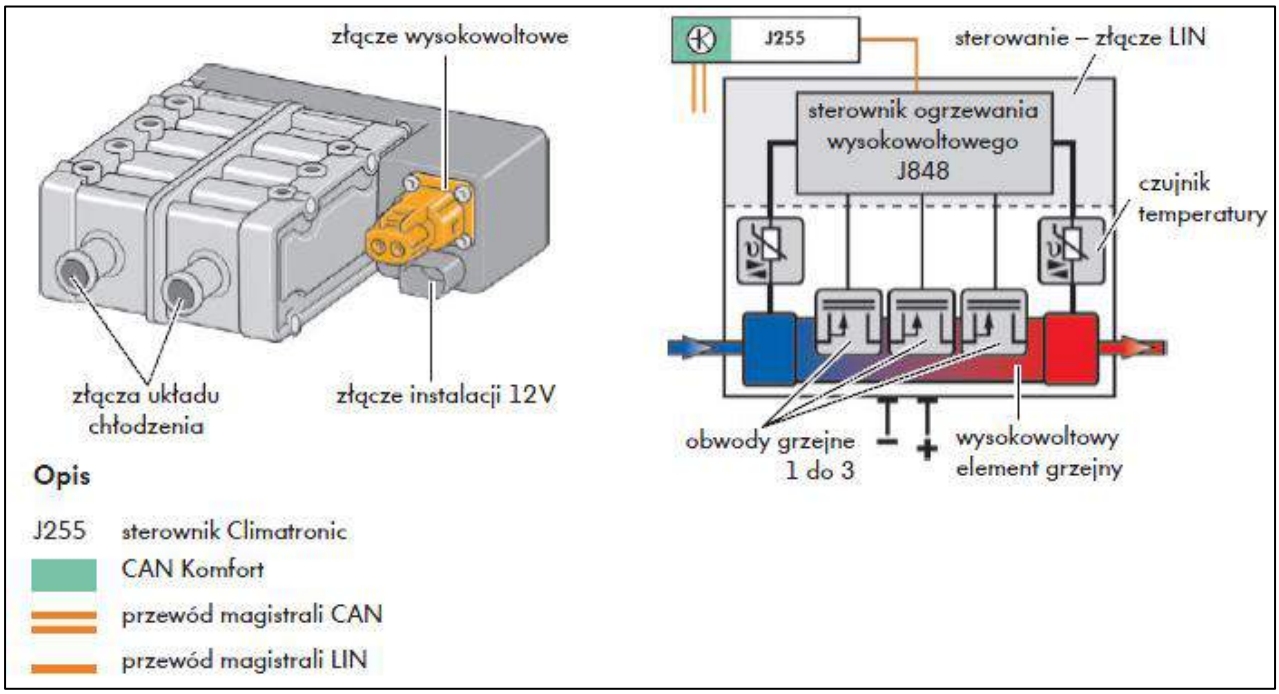
Kierowca poprzez panel sterownika układu Climatronic ma możliwość zaprogramowania żądanej temperatury w kabinie, funkcji odmrażania szyb oraz kierunku i intensywności nawiewu strug powietrza. Można również zdefiniować tryb pracy układu (AUTO, ECO,
W pojeździe zastosowano również nowatorskie rozwiązanie polegające na umożliwieniu pracy klimatyzacji w czasie postoju (do 30 minut w trakcie ładowania pojazdu lub do 10 minut

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

podczas zasilania z akumulatora wysokowoltowego) oraz możliwość sterowania nią za pomocą odpowiedniej aplikacji w smarfonie.

**Działanie układu ogrzewania.**

Sterownie pracą ogrzewania wysokowoltowego realizuje sterownik układu Climatronic (automatycznej regulacji temperatury powietrza w kabinie). W module są dwa czujniki, mierzące temperaturę płynu na wejściu i na wyjściu. Sterownik Climatronic podaje żądanie o potrzebnej mocy grzewczej do sterownika ogrzewania wysokowoltowego poprzez magistralę cyfrową LIN. Sterownik ogrzewania wysokowoltowego przetwarza to żądanie na sygnały sterujące poszczególnych obwodów grzejnych. Ogrzewanie wysokowoltowe ma trzy obwody grzejne z elementami PTC. Obwody 1 i 2 są sterowane sygnałem o modulowanym wypełnieniu (PWM). Obwód 3 jest włączany lub wyłączany zależnie od potrzeb.

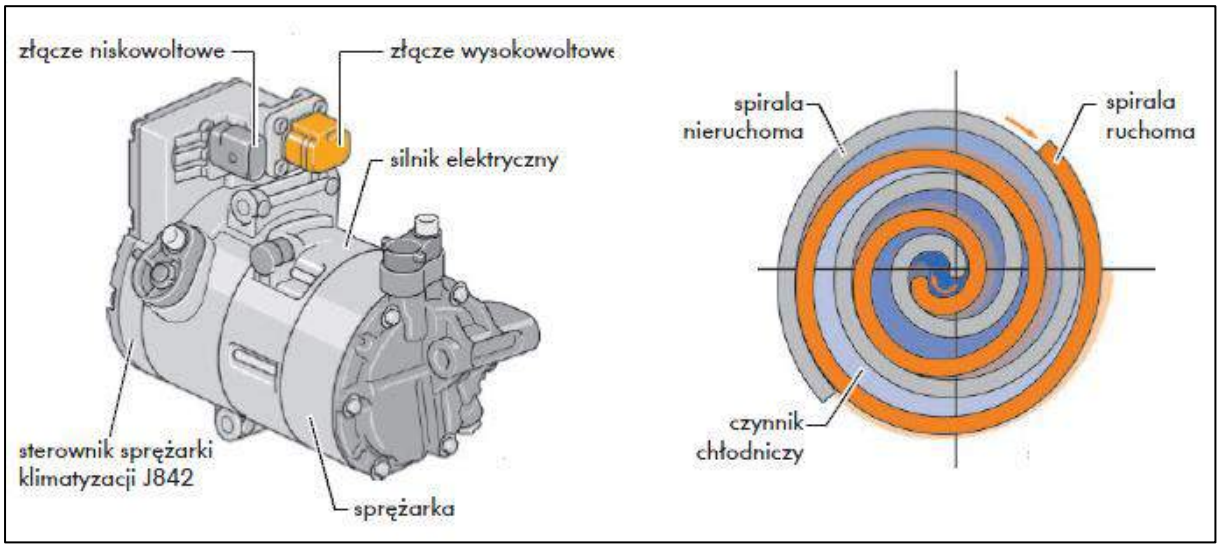



Rys. 5.21 Moduł ogrzewania wysokowoltowego VW e-up [5]

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

## Sprężarka układu klimatyzacji

W pojeździe zastosowano sprężarkę spiralną. Składa się ona z dwóch współpracujących spirali: nieruchomej i ruchomej. Silnik elektryczny napędza poprzez mimośród spiralę ruchomą, która porusza się ruchem mimośrodowym (krąży wokół osi sprężarki). Dzięki temu ruchowi pomiędzy spiralami tworzy się wiele komór, które stopniowo się zmniejszają i przetłaczają czynnik chłodniczy.




Rys.5.22 Spiralna sprężarka układu klimatyzacji z napędem elektrycznym [5]

Pozostałe komponenty układu klimatyzacji są podobne do powszechnie stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych.

## 6. Bezpieczeństwo pracy

Obsługa i naprawa pojazdów o napędzie elektrycznym wymaga szczególnej uwagi i bezwzględnego przestrzegania procedur, ze względu na zagrożenie porażenia prądem elektrycznym - stałym lub przemiennym.

Osoby upoważnione do pracy przy pojazdach elektrycznych musza posiadać uprawnienia SEP (Stowarzyszenia Elektryków Polskich) do 1 kV oraz przejść specjalistyczne szkolenia

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

organizowane np. przez ośrodki szkoleniowe generalnych importerów pojazdów, potwierdzone zdanym egzaminem i wpisem do paszportu pracowniczego/bazy danych.

Np. dla pracowników sieci serwisowej Volkswagen szkolenia takie organizuje „Techniczne Centrum Szkoleniowe VW" w Poznaniu przy ul. Krańcowej.

Oprócz posiadania odpowiednich kwalifikacji, osoby pracujące przy instalacjach wysokowoltowych (HV) pojazdów elektrycznych i hybrydowych muszą spełniać dodatkowe kryteria i przestrzegać odpowiednich zasad, do których należą:

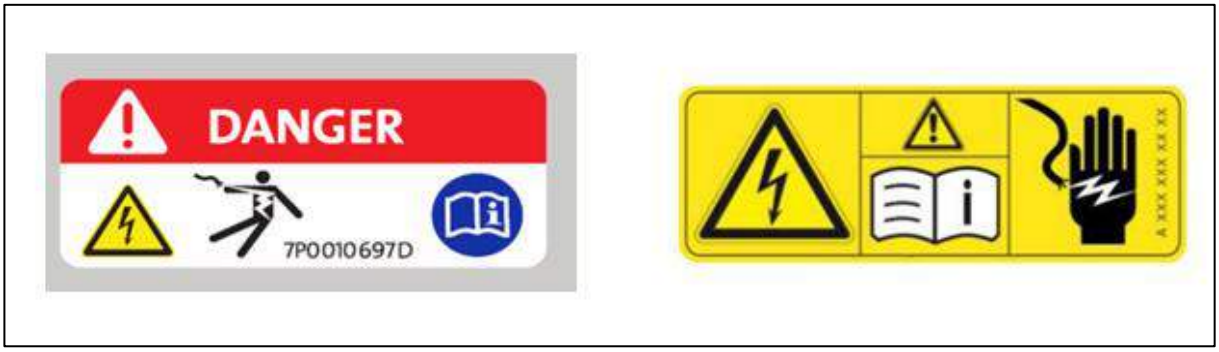
- nie mogą mieć wszczepionych urządzeń elektronicznych podtrzymania życia (np. rozrusznika serca),
- podczas wykonywania prac nie mogą posiadać na sobie przedmiotów przewodzących prąd elektryczny, np. łańcuszków na szyi,
- każdorazowo przy pracach z instalacją HV muszą stosować środki ochrony osobistej (odzież, rękawice i obuwie elektroizolacyjne, okulary ochronne),
- narzędzia i urządzenia kontrolne, których używają muszą mieć dopuszczenie do prac przy instalacjach wysokowoltowych (odpowiednia klasa izolacyjności),
- nie wolno używać podczas wykonywania napraw zaostrzonych narzędzi,
- bezwzględnie przestrzegać szczegółowych procedur zawartych w instrukcji naprawczej pojazdu.

Rys.6. 1 Certyfikowane rękawice elektroizolacyjne do prac demontażowych instalacji HV pojazdu [11]

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

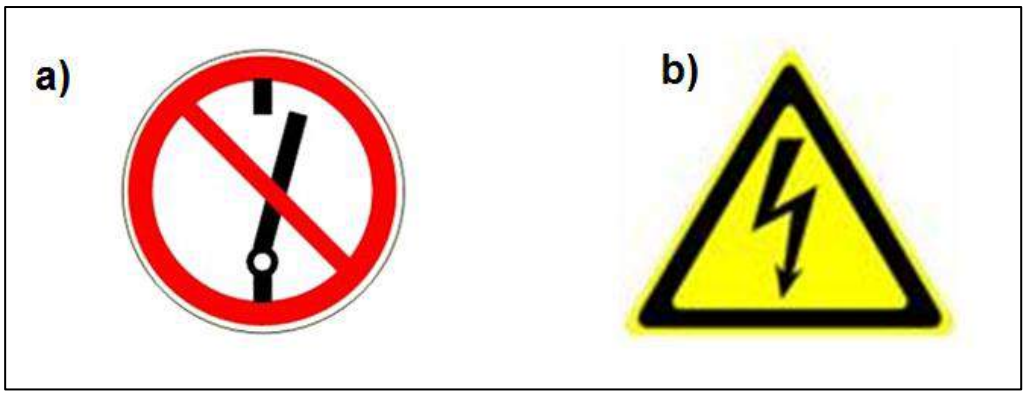
Ponadto:

- zabrania się przewożenia w przestrzeni bagażowej tego typu pojazdów większych ilości płynów oraz stawiania pojemników z napojami na elementach instalacji HV (po ich ewentualnym rozlaniu się mogłoby dojść do zwarć instalacji elektrycznej i porażenia prądem),
- podczas wykonywania prac izolacja zewnętrzna przewodów instalacji wysokowoltowych (HV) wykonana jest w ostrzegawczym, jasnopomarańczowym kolorze oraz oznakowana wyróżniającymi się piktogramami/napisami,
- do mycia podzespołów instalacji HV nie wolno używać skoncentrowanych strug płynów pod ciśnieniem,
- w połączeniach instalacji HV nie wolno używać olejów, smarów i sprayów kontaktowych,
- przed przystąpieniem np. do prac blacharskich z użyciem ostrych narzędzi oraz spawania, system musi być pozbawiony napięcia a wszystkie jego elementy narażone na uszkodzenie, dokładnie zabezpieczone,
- przed przystąpieniem do jakichkolwiek prac demontażowych instalacji HV, na wstępie należy przerwać tzw. „pętlę bezpieczeństwa" – dodatkowy obwód elektryczny, którego rozłączenie (np. wtyczka serwisowa HV, bezpiecznik pętli), powoduje odłączenie zasilania przez sterownik baterii wysokowoltowej,
- miejsca niebezpieczne pojazdu, o bezpośrednim dostępie do instalacji HV oznaczone są fabrycznie naklejkami ostrzegawczymi a podczas prac w serwisie obsługowo-naprawczym stosuje się specjalny sposób oznakowania tymczasowego wraz z wydzieleniem stanowiska pracy.

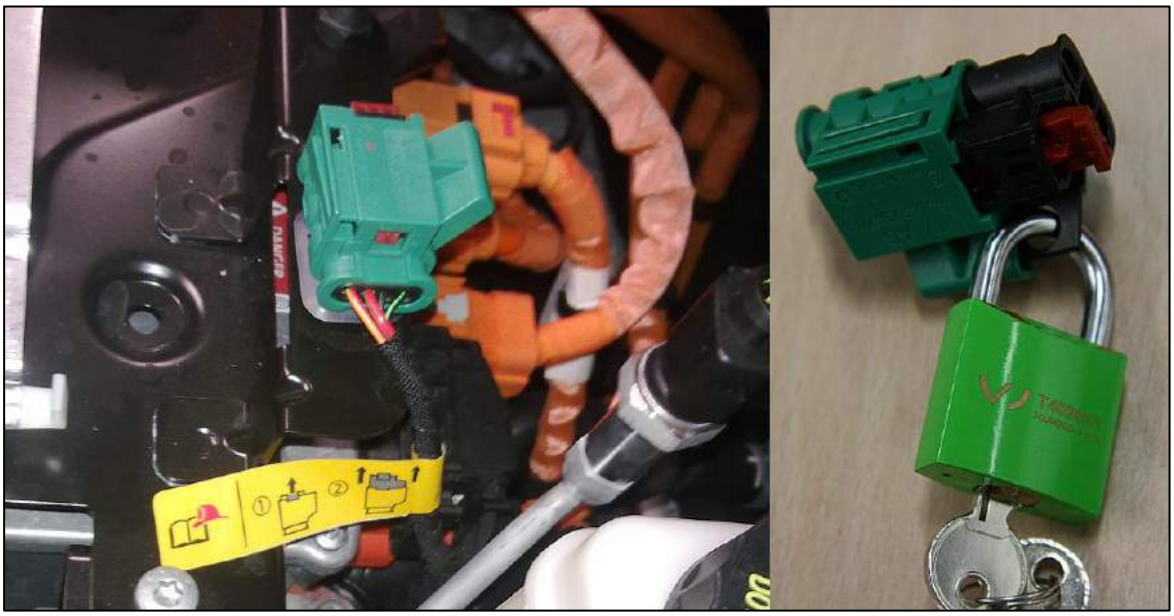



Rys. 6.2 Sposób fabrycznego oznakowania miejsc niebezpiecznych pojazdu o napędzie elektrycznym/hybrydowym [5]

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.




Rys. 6.3 Tablice oznakowania tymczasowego pojazdu elektrycznego w serwisie naprawczy:
a) - zabronione przełączanie, b) - Uwaga, niebezpieczne napięcie! [5]



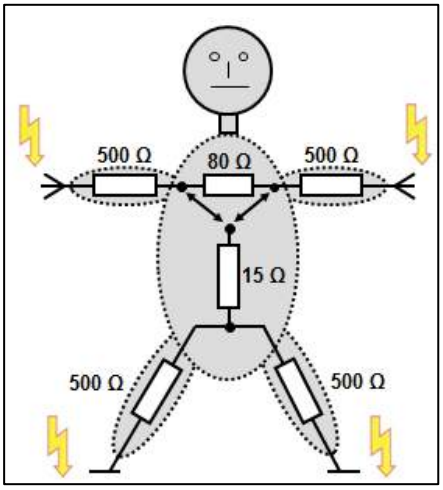
Rys.6. 4 Wtyczka serwisowa „pętli bezpieczeństwa” i sposób jej zabezpieczenia po rozłączeniu przez uprawnionego technika HV [5]

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Rys. 6.5 Bezpiecznik obwodu „pętli bezpieczeństwa” – jego wypięcie pierwszą czynnością podczas akcji służb ratowniczych [5]

## Skutki porażenia prądem elektrycznym oraz udzielanie pierwszej pomocy.

Przemienne napięcie powoduje powstawanie prądu przemiennego w ludzkim ciele co powoduje wibracje w mięśniach i sercu i prowadzić może do przykurczu mięśni (niemożności samodzielnego oderwania się od źródła porażenia a także niezwykle niebezpiecznego migotania zastawek serca).




Rys.6.1 Przybliżone wartości rezystancji różnych części ciała [5]

Erasmus+
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Wartość rezystancji ludzkiego ciała jest różna w różnych miejscach, dlatego efekty porażenia mogą być różne w zależności od jego miejsca. Rezystancja skóry wynosi od 100 kΩ do 1 MΩ, jednak spada prawie do zera w wypadku jej zawilgocenia lub zranienia. Przy napięciu 100 V rezystancja skóry spada do zera a skutki porażenia mogą być tragiczne, np. W przypadku porażenia prądem o niskiej częstotliwości i czasie trwania porażenia 10-15 ms, może nastąpić migotanie komór serca lub zatrzymanie jego akcji co przy braku udzielenia pierwszej pomocy prowadzi do śmierci.

**Efekty porażenia prądem elektrycznym** są wprost proporcjonalne do czasu trwania porażenia, rezystancji ciała i poziomu napięcia, należą do nich:

- szok: niemożność oderwania się od źródła porażenia, wykonywanie panicznych ruchów, utrata równowagi, upadek, ryzyko zranienia o otaczające przedmioty,
- efekty termiczne: zranienie i zwęglenie tkanek ciała w miejscach wejścia i wyjścia prądu, zniszczenie organów wewnętrznych – śmierć),
- efekty chemiczne: krew będąc doskonałym elektrolitem wskutek przepływu prądu ulega rozkładowi, następuje wydzielanie toksycznych substancji – zatrucie organizmu; objawy występują najczęściej następnego dnia po porażeniu i w wypadku braku udzielenia pomocy (odtrucia organizmu) może nastąpić śmierć poszkodowanego,
- podrażnienie mięśni: mięśnie są kontrolowane przez mózg, poprzez układ nerwowy za pomocą impulsów elektrycznych, jeżeli przez mięśnie płynie za wysoki prąd, to następuje przykurcz i mózg nie może na nie oddziaływać; jeżeli nastąpił przepływ prądu przez klatkę piersiową, to wskutek przykurczu mięśni wspomagających pracę płuc, serce nie może prawidłowo pracować, przestając pompować krew,
- efekty cieplne pochodzące od zwarcia: wskutek przepływu prądu następuje silne iskrzenie i topienie w wysokiej temperaturze metalowych narzędzi, istnieje niebezpieczeństwo poparzenia, uszkodzenia wzroku od odprysków ciekłego metalu i przeswietlenia wzroku od łuku elektrycznego.

**Zasady bezpieczeństwa w czasie udzielania pomocy:**

- najważniejsze jest bezpieczeństwo własne,
- na wstępie należy odciąć zasilanie (główny wyłącznik prądu, wyciągnięcie wtyczki z gniazdka itp.),
- oddzielenie ofiary od obiektu pod napięciem.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

**Udzielenie pierwszej pomocy:**

- sprawdzenie czynności życiowych poszkodowanego (tętno, oddech),
- podjęcie akcji reanimacyjnej (w wypadku stwierdzenia braku czynności życiowych): 30 ucisków klatki piersiowej/2 wdechy,
- przypadku skurczu płuc lub serca można użyć defibrylatora (defibrylatory stanowią coraz częstsze wyposażenie punktów pomocy w miejscach publicznych a ich obsługa jest niezwykle prosta),
- wezwanie pomocy osób trzecich (reanimacja jest czynnością wyczerpującą); wezwanie pomocy służb ratowniczych (tel. 112),
- zapewnienie pomocy służb medycznych ze względu na długotrwałe skutki porażenia (zatrucie organizmu),
- w wypadku poparzenia silne schłodzenie miejsca poparzenia np. strumieniem zimnej wody oraz nałożenie opatrunku z gazy wyjałowionej (apteczka pierwszej pomocy).

**Telefon Alarmowy**

**Bibliografia:**


1. A.Nosiński, Wybrane aspekty rozwoju pojazdów z napędem elektrycznym, IST.
2. Wikipedia
3. http://www.computerworld.pl
4. http://www.solarkurier.pl
5. Materiały szkoleniowe VW.
6. http://rebbl.com
7. http://pl.smart.com
8. http://www.auto-swiat.pl
9. http://www.przyjaznamotoryzacja.pl
10. http://www.independent.co.uk
11. http://www.opisproduktu.pl/


Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

Na podstawie skryptów opracowane zostały dla przedmiotów teoretycznych materiały dydaktyczne w formie prezentacji komputerowych. Prezentacje zawierają podstawowe wiadomości, rysunki, schematy i zdjęcia. Dla każdego tematu opracowano także cele operacyjne z kryteriami oceniania. Dla przedmiotu Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych opracowano 4 godzinny blok w klasie pierwszej, zawierający 4 nowe tematy:

- Źródła napędu pojazdów samochodowych i ich charakterystyka,
- Napęd elektryczny,
- Napęd hybrydowy,
- Zasady bezpieczeństwa przy obsłudze i naprawie samochodów elektrycznych i hybrydowych.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

MATERIAŁY DYDAKTYCZNE

Modyfikacja programu nauczania z przedmiotu:
**Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych**
w zakresie napędów alternatywnych

w Technikum Samochodowym i Zasadniczej Szkole Zawodowej

SPIS TREŚCI

1. Źródła napędu pojazdów samochodowych i ich charakterystyka
2. Napęd elektryczny
3. Napęd hybrydowy
4. Zasady bezpieczeństwa przy obsłudze i naprawie samochodów elektrycznych i hybrydowych

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

UKŁAD PRZENIESIENIA NAPĘDU

Temat 20

Źródła napędu pojazdów samochodowych i ich charakterystyka

CELE ZAJĘĆ:

Umiem:

B - Omówić wady silnika spalinowego
B - Omówić idealną charakterystykę podaży mocy i momentu obrotowego silnika
D - Porównać idealną charakterystykę podaży mocy i momentu obrotowego z rzeczywistą charakterystyką silnika spalinowego
A - Podać przykłady różnych napędów alternatywnych w pojazdach samochodowych
D - Wyjaśnić różnicę pomiędzy silnikiem spalinowym zasilanym wodorem a napędem z zastosowaniem ogniwa wodorowego.

Podstawowe wady silnika spalinowego:

- niska sprawność - 25...30%,
- emisja toksycznych składników spalin oraz $CO_2$ ,
- konieczność zamiany ruchu postępowego tłoka na obrotowy wału,
- brak możliwości rozruchu bez pomocy z zewnątrz,
- brak możliwości rozruchu pod obciążeniem,
- konieczność pracy na biegu jałowym,
- konieczność użycia sprzęgła do ruszania z miejsca,
- konieczność zastosowania skrzynki biegów.

Charakterystyka zewnętrzna silnika – przebieg zmian mocy i momentu obrotowego silnika podczas jego pracy w funkcji prędkości obrotowej silnika przy pełnym otwarciu przepustnicy (w silniku ZS przy maksymalnej dawce paliwa

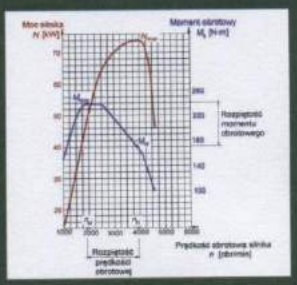
MOMENT OBROTOWY - $M_O$ jest to iloczyn wektorowy promienia wodzącego $r$ (o początku w punkcie $O$ i końcu w punkcie przyłożenia siły) oraz siły $F$.

$M_O = F \cdot r$ [N·m]

MOC SILNIKA - $N$ jest to praca wykonana w jednostce czasu.

$N = \frac{W}{t}$ [kW]

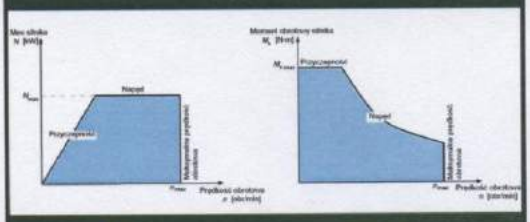
Przykładowa charakterystyka zewnętrzna silnika samochodu Skoda 1,9 l TDI 74 kW




$N = \frac{M_s \cdot n}{9550}$ [kW]

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

„Idealna" charakterystyka podaży mocy i momentu obrotowego silnika



$$N = \frac{M_s \cdot n}{9550}\ [kW] \qquad M_s = \frac{9550 \cdot N}{n}\ [N \cdot m]$$

**Alternatywne źródła napędu** pojazdów samochodowych:

- silnik spalinowy w którym spalany jest wodór,
- napęd hybrydowy (połączenie silnika spalinowego i elektrycznego),
- napęd elektryczny (silniki zasilany z akumulatora),
- napęd elektryczny z zastosowaniem ogniwa wodorowego,
- napęd elektryczny z zastosowaniem ogniwa regeneratywnego (połączenie ogniwa wodorowego i elektrolizera – samochód na wodę).

**Silnik spalinowy zasilany wodorem** – spalanie mieszanki wodoru i tlenu.

**Zalety:**

- nieograniczone zasoby wodoru,
- produktem spalania wodoru jest para wodna,

**Wady:**

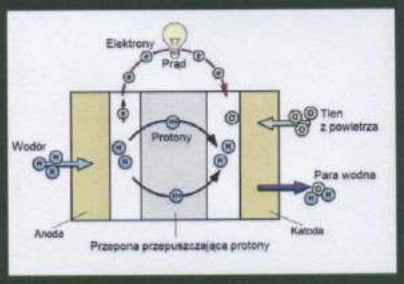
- skłonność do spalania stukowego,
- silne oddziaływanie chemiczne wodoru na metale w wysokich temperaturach,
- rozkład chemiczny środków smarnych,
- problem z magazynowaniem (w stanie skroplonym – temp. – 253$^0$ C) i samoczynne opróżnianie zbiornika przez zawór bezpieczeństwa.

**Ogniwo wodorowe** – łączenie wodoru i tlenu na drodze reakcji chemicznej (bez obecności płomienia).

Produktami tej reakcji są:

- woda,
- ciepło,
- **energia elektryczna**, która może być wykorzystana do zasilania silnika elektrycznego pojazdu.

Zasada działania ogniwa paliwowego (wodorowego)




**CELE ZAJĘĆ:**

**Umiem:**

B - Omówić wady silnika spalinowego
B - Omówić idealną charakterystykę podaży mocy i momentu obrotowego silnika
D - Porównać idealną charakterystykę podaży mocy i momentu obrotowego z rzeczywistą charakterystyką silnika spalinowego
A - Podać przykłady różnych napędów alternatywnych w pojazdach samochodowych
D - Wyjaśnić różnicę pomiędzy silnikiem spalinowym zasilanym wodorem a napędem z zastosowaniem ogniwa wodorowego.


Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

UKŁAD PRZENIESIENIA NAPĘDU

Temat 21

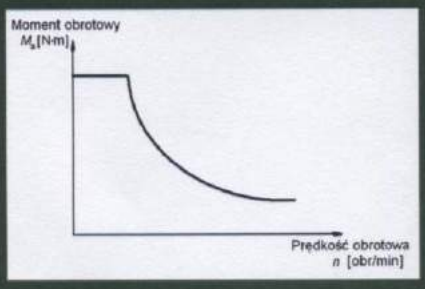
Napęd elektryczny

CELE ZAJĘĆ:

Umiem:

B - Omówić wady i zalety napędu elektrycznego pojazdów
A - Omówić umiejscowienie silnika elektrycznego w układzie napędowym pojazdu
B - Wymienić przykładowe podzespoły i elementy układu wysokowoltowego oraz omówić ich zadanie
C - Wyjaśnić zjawisko rekuperacji energii podczas hamowania
C - Omówić budowę i wyjaśnić zasadę działania ogniwa regeneratywnego

Charakterystyka szeregowego silnika elektrycznego prądu stałego



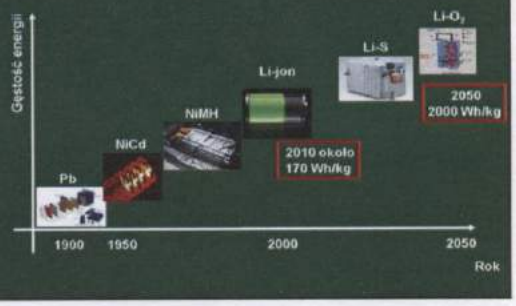

Zalety napędu elektrycznego:

- cicha praca,
- brak emisji spalin i ich toksycznych składników,
- brak konieczność zamiany ruchu postępowego na obrotowy wału,
- brak pracy silnika na postoju (bieg jałowy),
- łagodne ruszanie z miejsca pod pełnym obciążeniem bez pomocy z zewnątrz (uruchomienie pod obciążeniem),
- maksymalny (stały) moment obrotowy uzyskiwany od prędkości zerowej,
- brak konieczności stosowania sprzęgła i skrzynki biegów,
- regulacja mocy wyłącznie poprzez zmianę prędkości obrotowej silnika,
- możliwość odzysku (rekuperacji) energii podczas hamowania.

Wady napędu elektrycznego:

- mała wydajność źródeł energii elektrycznej,
- duża masa akumulatorów trakcyjnych,
- ograniczony zasięg pojazdu,
- duże koszty wymiany akumulatorów.

Akumulatory elektryczne – prognoza VW





Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**Umiejscowienie silnika elektrycznego** w układzie napędowym pojazdu:

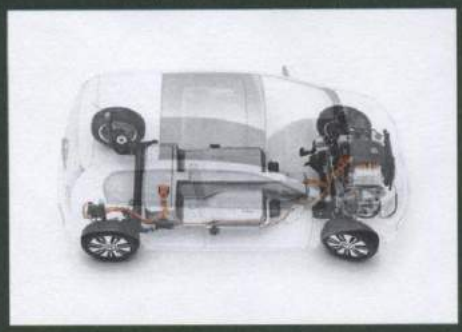
- jeden silnik za pośrednictwem zespołów układu przeniesienia napędu (np.: przekładnia główna, mechanizm różnicowy, półosie napędowe) przekazuje moment obrotowy na obydwa koła osi napędzanej,
- niezależny napęd za pomocą silników umieszczonych bezpośrednio przy kołach napędowych.

## Samochód elektryczny VW e-up

Dane techniczne:

Silnik elektryczny trójfazowy
chłodzony cieczą – 60 kW / 210Nm
Max prędkość obrotowa – 12.000 obr/min
Prędkość maksymalna – 130 km/h
Przyspieszenie 0...100 km/h – < 13 s
Zasięg: (temp. -10...+5°C) – 80...120 km
(temp. +5...+35°C) – 120...165km
Emisja $CO_2$ – 0 g/km

## Instalacja wysokowoltowa VW e-up



## Rekuperacja energii podczas hamowania VW e-up

**Rekuperacja (odzysk)** energii w trakcie hamowania – koła napędzają silnik elektryczny, który działa jako generator ładujący akumulator wysokowoltowy.

Dźwignia wyboru zakresu jazdy umożliwia kilka stopni rekuperacji – położenie **B** oraz **+/-**
**Zwiększanie stopnia rekuperacji** polega na zwiększeniu obciążenia silnika:

- większy efekt wyhamowania,
- zwiększenie prądu ładowania akumulatora.

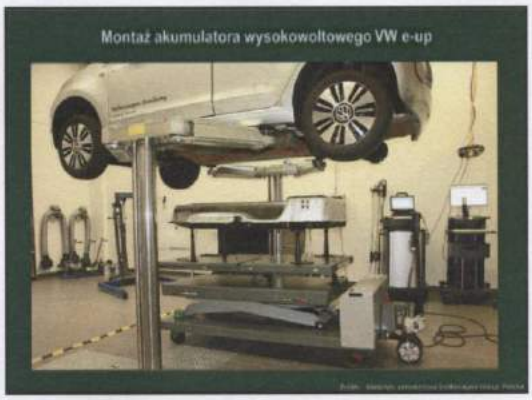
## Dźwignia i kontrolka wyboru zakresu jazdy i rekuperacji energii VW e-up

## Przycisk trybu jazdy VW e-up

| PRZYCISK | NORMAL | ECO | ECO+ |
|---|---|---|---|
| UKŁAD KLIMATYZACJI | DZIAŁA NORMALNIE | ZREDUKOWANY | WYŁĄCZONY |
| MOC | 60 kW | 50 kW | 40 kW |
| PRĘDKOŚĆ MAX | 130 km/h | 120 km/h | 95 km/h |
| MOMENT OBROTOWY PRZY RUSZANIU | 210 Nm | 167 Nm | 133 Nm |

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.





Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Learning e-Mobility Plus

Moduły (ogniwa) akumulatorów wysokowoltowych umieszczane są w metalowej obudowie o ograniczonym dostępie. W warunkach stacji serwisowej zabronione jest rozkręcanie obudowy.

W trakcie pracy akumulator wysokowoltowy nagrzewa się i musi być chłodzony. Przegrzanie akumulatora może doprowadzić do jego uszkodzenia, obniżenia żywotności a nawet samozapłonu !

Możliwe są następujące rodzaje układów chłodzenia akumulatorów wysokowoltowych:

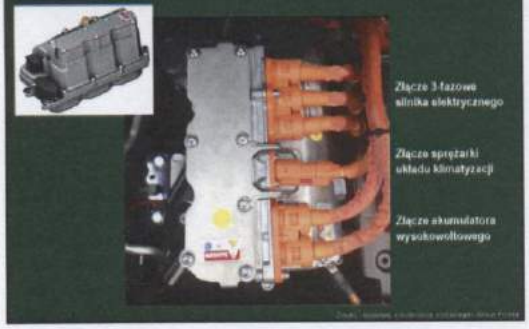
- powietrzny (samoczynny strumieniem powietrza wywołanym ruchem pojazdu lub mechaniczny wymuszony przy pomocy wentylatora),
- cieczą chłodzącą – wymuszony pompą.

Chłodzeniem akumulatora steruje komputer, który po osiągnięciu wartości dopuszczalnej rozłącza obwód wysokiego napięcia.

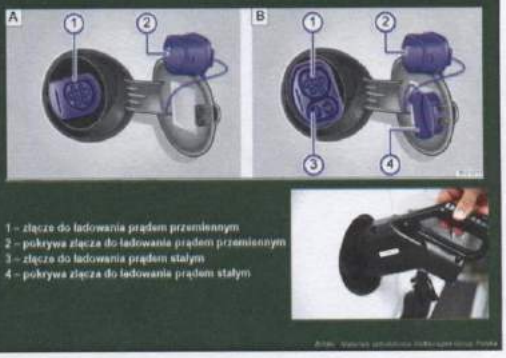
Silnik elektryczny z modułem syterującym VW e-up

Chłodzenie cieczą silnika elektrycznego VW e-up

Elektroniczny moduł mocy i sterowania VW e-up




Gniazdo ładowania VW e-up




Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

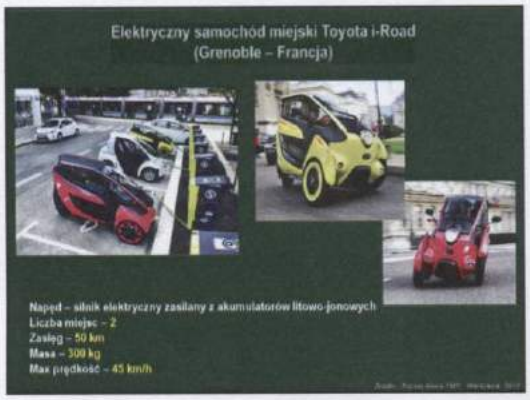
**ZSS Poznań**

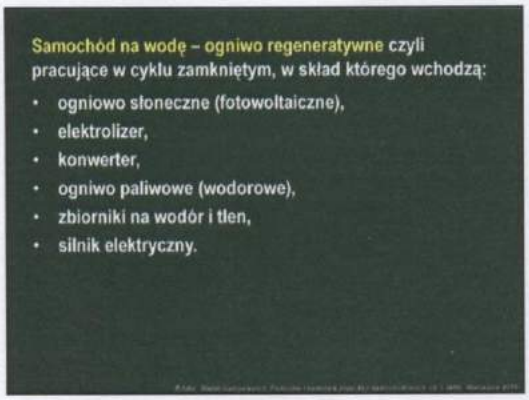
Learning e-Mobility Plus

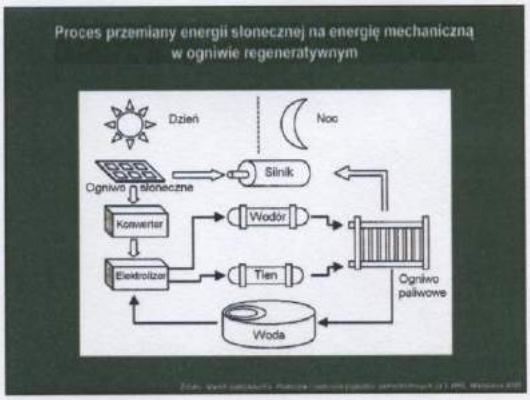
Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

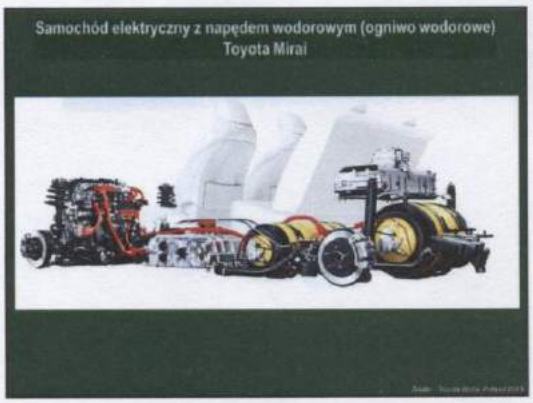
Learning e-Mobility Plus

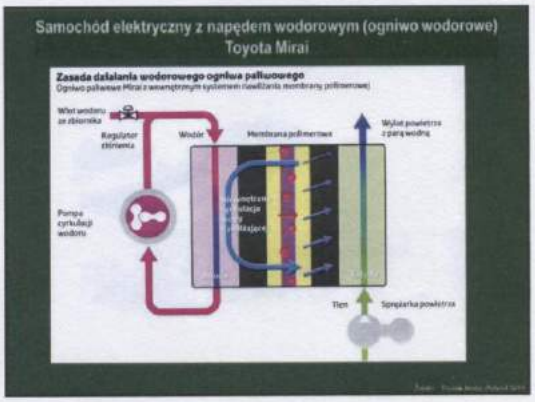




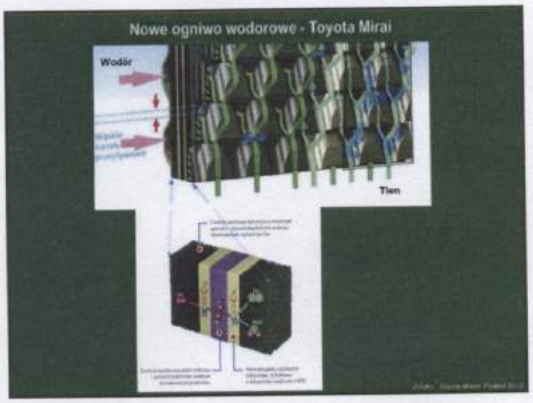
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.






Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Learning e-Mobility Plus

UKŁAD PRZENIESIENIA NAPĘDU

Temat 22

Napęd hybrydowy

CELE ZAJĘĆ:

Umiem:

B - Wyjaśnić na czym polega napęd hybrydowy i jakie są korzyści z jego zastosowania
A - Dokonać podziału układów hybrydowych
C - Omówić ogólną zasadę działania i różnice pomiędzy różnymi układami hybrydowymi
D - Dokonać analizy działania napędu hybrydowego w zależności od warunków pracy i obciążenia.

Na czym polega napęd hybrydowy?

Napęd hybrydowy polega na połączeniu dwóch silników (źródeł napędu) np. silnika spalinowego i elektrycznego.

W napędzie hybrydowym w zależności od warunków pracy i obciążenia odpowiednio sterowane są strumienie mocy generowane przez obydwa źródła.

Napęd hybrydowy pozwala ograniczyć zużycie paliwa i zmniejszyć emisję spalin.

Pojazdy z napędem hybrydowym można podzielić na:

- pojazdy o niepełnym napędzie hybrydowym (Mild Hybrid);
  - silnik spalinowy jest wspomagany przez elektryczny,
  - silnik elektryczny dostarcza dodatkową moc i pozwala odzyskać część energii hamowania,
  - brak możliwości rozłączenia silników – napęd elektryczny jest możliwy tylko przy jednoczesnym obracaniu się wału silnika spalinowego,
- pojazdy o pełnym napędzie hybrydowym (Full Hybrid);
  - silnik spalinowy współpracuje z maszyną elektryczną (jedną lub dwoma),
  - oprócz napędu silnikiem spalinowym i wspomagania go silnikiem elektrycznym możliwy jest również napęd tylko elektryczny.

W zależności od układu połączeń rozróżnia się następujące rodzaje napędu hybrydowego:

- szeregowy;
- szeregowo-równoległy;
- równoległy;
  - z jednym sprzęgłem,
  - z dwoma sprzęgłami,
  - o rozdzielonych osiach,
  - z różnymi skrzynkami biegów,
- o rozdzielonej mocy.

Erasmus+

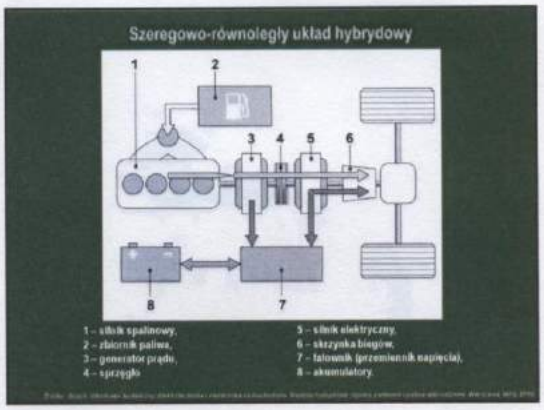
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

## Szeregowy układ hybrydowy

- silnik spalinowy i 2 maszyny elektryczne umieszczone są rzędowo,
- koła napędzane są tylko przez silnik elektryczny,
- silnik napędza tylko generator i nie jest połączony z kołami,
- generator wytwarza prąd elektryczny, który zasila silnik elektryczny oraz ładuje (poprzez falownik) akumulatory,
- silnik elektryczny może być także zasilany z akumulatorów.

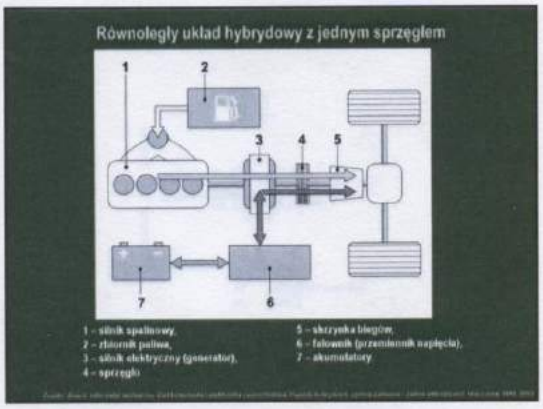
## Szeregowo-równoległy układ hybrydowy

- zmodyfikowany układ szeregowy – generator prądu i silnik elektryczny połączone są za pomocą sprzęgła,
- sprzęgło wyłączone – układ działa jak szeregowy,
- sprzęgło włączone – silnik może przekazywać moc bezpośrednio na koła pojazdu i działa jak układ równoległy.




## Równoległy układ hybrydowy z jednym sprzęgłem

- jedna maszyna elektryczna (silnik elektryczny i generator),
- maszyna elektryczna połączona na stałe z wałem silnika spalinowego (np. w miejscu koła zamachowego) – silnik elektryczny wspomaga silnik spalinowy a napęd elektryczny jest możliwy jedynie z bardzo małą prędkością,
- za maszyną elektryczną sprzęgło i skrzynka biegów,
- ograniczona rekuperacja energii – opory silnika spalinowego.




This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Learning e-Mobility Plus

## Rozruszniko-generator Honda Civic

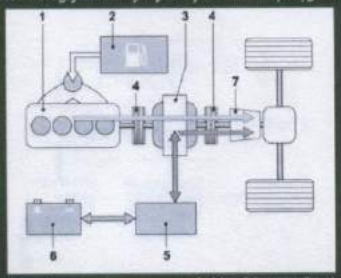
- jedna maszyna elektryczna pełniąca funkcje silnika elektrycznego, rozrusznika i generatora,
- maszyna elektryczna osadzona w miejscu koła zamachowego,
- napęd na koła przenoszony poprzez bezstopniową skrzynkę biegów,
- przy zatrzymaniu automatyczne wyłączenie silnika spalinowego,
- jazda z prędkością do 30 km/h wyłącznie na silniku elektrycznym
- ograniczona rekuperacja energii – opory silnika spalinowego.

## Rozruszniko-generator samochodu Honda Civic

## Równoległy układ hybrydowy z dwoma sprzęgłami

- jedna maszyna elektryczna (silnik elektryczny i generator),
- dodatkowe sprzęgło rozłącza silnik spalinowy od silnika elektrycznego – można wykorzystać pełną moc silnika elektrycznego do napędu kół,
- podczas napędu elektrycznego silnik elektryczny posiada zapas mocy na uruchomienie silnika spalinowego,
- podczas rekuperacji energii sprzęgło pomiędzy silnikami jest wyłączone.

## Równoległy układ hybrydowy z dwoma sprzęgłami

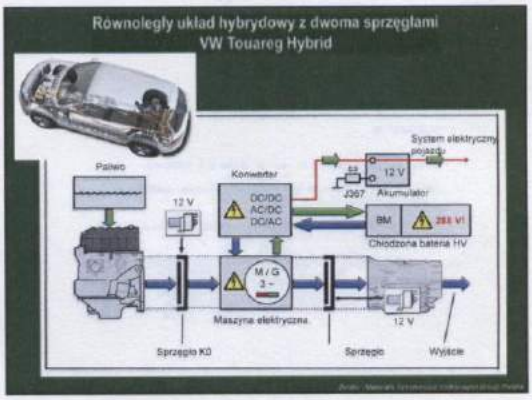



1 – silnik spalinowy,
2 – zbiornik paliwa,
3 – silnik elektryczny (generator),
4 – sprzęgło
5 – falownik (przemiennik napięcia),
6 – akumulatory,
7 – skrzynka biegów

## Równoległy układ hybrydowy z dwoma sprzęgłami VW Touareg Hybrid

- układ składa się z: silnika spalinowego, maszyny elektrycznej pełniącej funkcje silnika elektrycznego, rozrusznika i generatora, falownika, dwóch sprzęgieł oraz automatycznej 8-biegowej skrzynki biegów,
- skrzynka biegów nie posiada przekładni hydrokinetycznej – jej miejsce zajmuje silnik elektryczny,
- możliwe stany pracy układu;
  - napęd tylko elektryczny,
  - napęd tylko przez silnik spalinowy,
  - jednoczesny napęd elektryczny i spalinowy,
  - rekuperacja energii podczas hamowania.

## Równoległy układ hybrydowy z dwoma sprzęgłami VW Touareg Hybrid

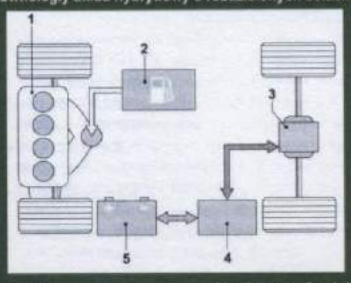



This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

## Równoległy układ hybrydowy o rozdzielonych osiach

- silnik spalinowy i elektryczny nie są z sobą połączone – każdy z nich napędza inną oś,
- można zróżnicować prędkości obrotowe obu silników,
- można oddzielnie regulować momenty napędowe przedniej i tylnej osi – napęd na 4 koła,
- konieczność zastosowania dodatkowego rozrusznika silnika spalinowego,
- brak możliwości ładowania akumulatorów przez generator na postoju – konieczność zastosowania dodatkowego alternatora napędzanego przez silnik spalinowy.

## Równoległy układ hybrydowy o rozdzielonych osiach




1 – silnik spalinowy,
2 – zbiornik paliwa,
3 – silnik elektryczny (generator),
4 – falownik (przemiennik napięcia),
5 – akumulatory.

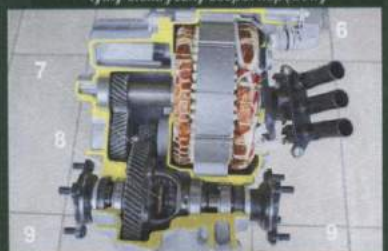
## Hybrydowy układ napędowy o rozdzielonych osiach samochodu Lexus RX 400h

*przedni zespół napędowy*

1 – napęd z silnika spalinowego,
2 – generator (rozrusznik),
3 – silnik elektryczny,
4 – zespół przekładni planetarnych,
5 – przekładnia główna przedniego napędu.

## Hybrydowy układ napędowy o rozdzielonych osiach samochodu Lexus RX 400h

*tylny elektryczny zespół napędowy*

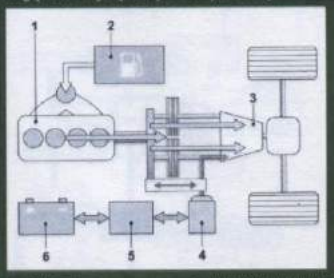



6 – silnik elektryczny (generator) tylnego napędu,
7 – podwójna przekładnia główna tylnego napędu,
8 – mechanizm różnicowy,
9 – napęd tylnych półosi.

## Równoległy układ hybrydowy o różnych skrzynkach biegów

- silnik spalinowy i elektryczny przekazują moment obrotowy niezależnie do dwusprzęgłowej skrzynki biegów,
- w dwusprzęgłowej skrzynce biegów znajdują się dwa podzespoły, w których można niezależnie włączać różne przełożenia,
- maszyna elektryczna i silnik spalinowy mogą przenosić moment obrotowy na koła przy różnych przełożeniach.

## Równoległy układ hybrydowy o różnych skrzynkach biegów




1 – silnik spalinowy,
2 – zbiornik paliwa,
3 – dwusprzęgłowa skrzynka biegów,
4 – silnik elektryczny (generator),
5 – falownik (przemiennik napięcia),
6 – akumulatory.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

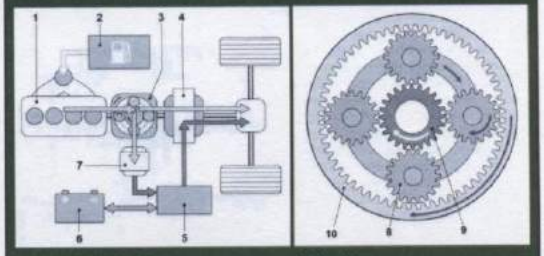
ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

## Układ hybrydowy o rozdzielonej mocy

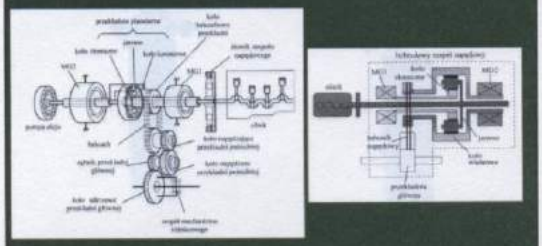
- układ składa się z silnika spalinowego, silnika elektrycznego, generatora i przekładni planetarnej,
- silnik spalinowy i elektryczny przekazują moment obrotowy do przekładni planetarnej,
- jarzmo z satelitami połączone jest z wałem korbowym silnika spalinowego, koło słoneczne z generatorem, a koło wieńcowe z silnikiem elektrycznym przekazując jednocześnie moment obrotowy na koła,
- moc silnika spalinowego rozdzielana jest na napęd kół i napęd generatora,
- możliwy jest napęd tylko za pomocą silnika elektrycznego zasilanego z akumulatorów,
- podczas hamowania silnik elektryczny pełni rolę generatora pozwalającego na rekuperację energii.

## Układ hybrydowy o rozdzielonej mocy

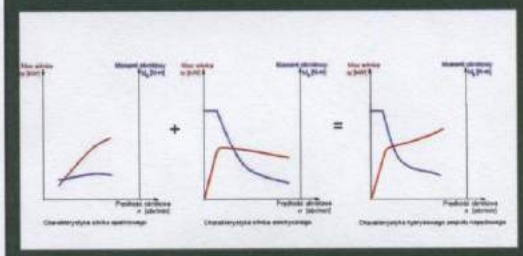



1 – silnik spalinowy,
2 – zbiornik paliwa,
3 – przekładnia planetarna,
4 – silnik elektryczny,
5 – falownik (przemiennik napięcia),
6 – akumulatory,
7 – generator,
8 – koła satelitów połączone jarzmem (wał silnika),
9 – koło słoneczne (generator),
10 – koło wieńcowe (silnik elektryczny i napęd kół).

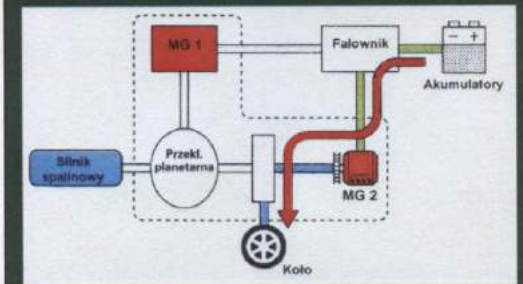
## Układ hybrydowy o rozdzielonej mocy (P111) – Toyota Prius



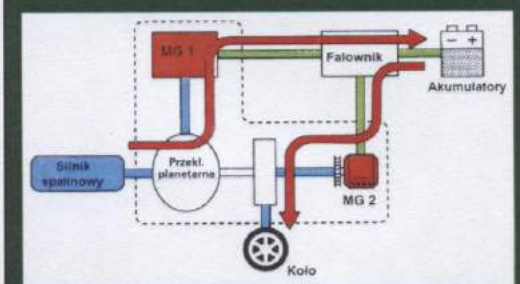
## Charakterystyka hybrydowego zespołu napędowego P111 Toyoty Prius



## Przepływ energii w układzie hybrydowym Toyoty Prius podczas ruszania z miejsca, cofania i wolnej jazdy (sprawne akumulatory)

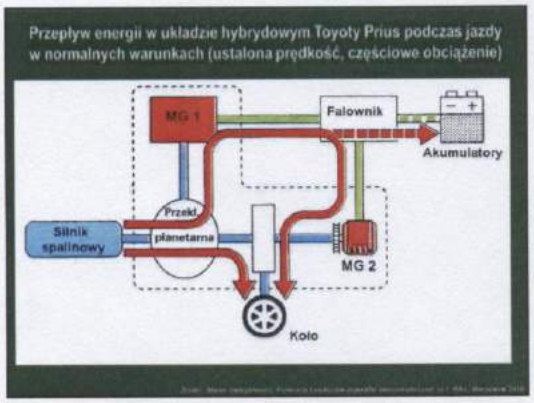


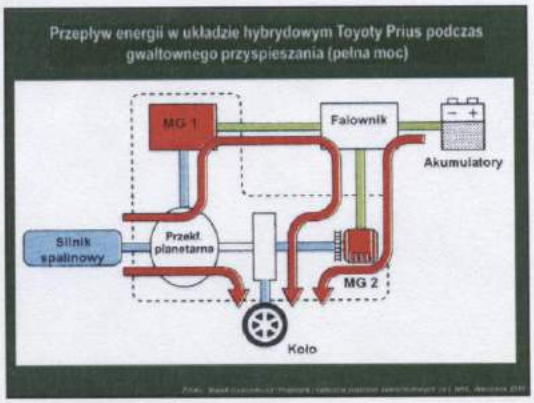

## Przepływ energii w układzie hybrydowym Toyoty Prius podczas ruszania z miejsca, cofania i wolnej jazdy (rozładowane akumulatory)

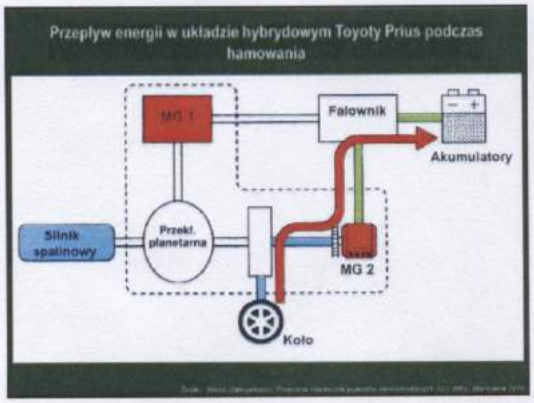


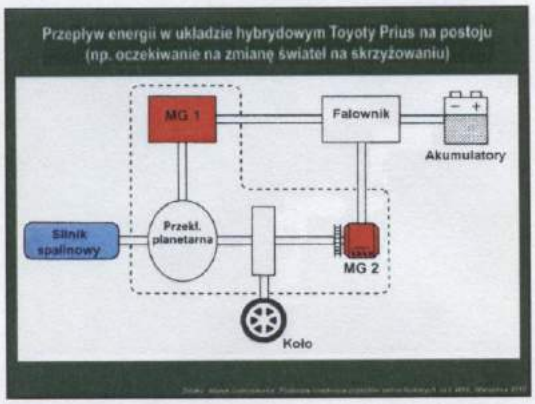

Erasmus+

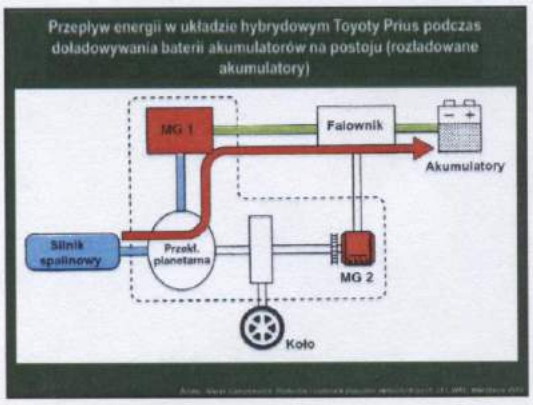
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

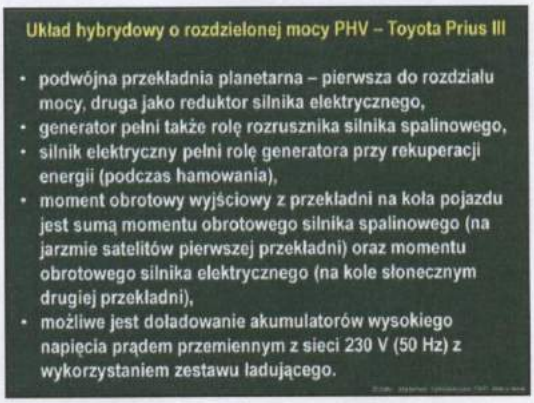


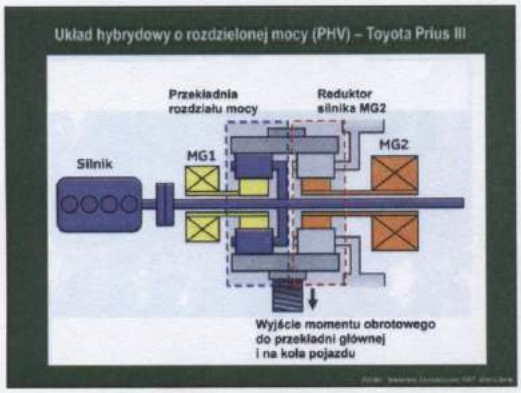



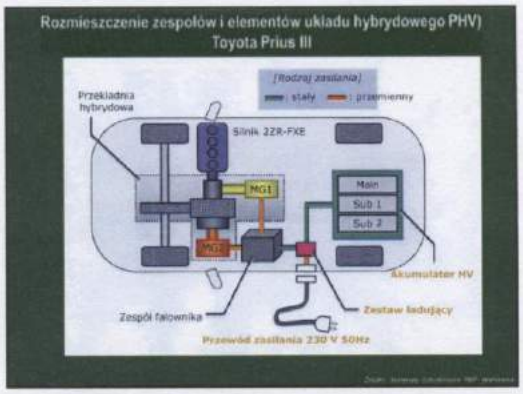



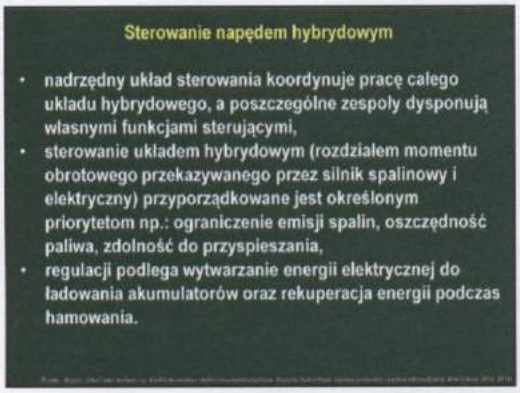


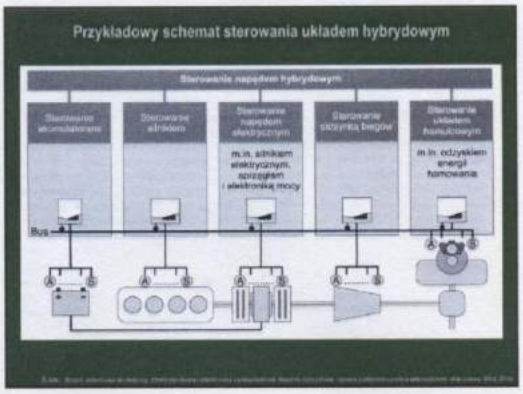
Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.



This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

UKŁAD PRZENIESIENIA NAPĘDU

Temat 23

Zasady bezpieczeństwa przy obsłudze i naprawie samochodów elektrycznych i hybrydowy

CELE ZAJĘĆ:

Umiem:

A - Wymienić podstawowe zasady zabezpieczenia i oznakowania pojazdu elektrycznego i hybrydowego na stanowisku obsługowo-naprawczym
B - Omówić kompetencje i uprawnienia wymagane od osób wykonujących czynności obsługowo-naprawcze pojazdów elektrycznych i hybrydowych
C - Omówić procedurę rozłączania obwodu wysokiego napięcia
B - Omówić podstawowe zasady obowiązujące podczas wykonywania prac obsługowo-naprawczych pojazdów elektrycznych i hybrydowych.

Rozpoznawanie samochodów elektrycznych i hybrydowych

Rozpoznawanie samochodów elektrycznych i hybrydowych

Pojazd wyposażony w silnik elektryczny może w każdej chwili ruszyć (w samochodach hybrydowych także przy wyłączonym silniku spalinowym).

Napięcie niebezpieczne dla życia człowieka:

- prąd stały – od 60 V,
- prąd przemienny – od 25 V.

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

Do prac przy pojazdach wyposażonych w układy wysokiego napięcia nie mogą być dopuszczone osoby w wszczepionymi elektrycznymi urządzeniami medycznymi (pompy dozujące, insulinowe, rozruszniki serca, stymulatory, aparaty słuchowe).

Każda osoba mająca kontakt z pojazdem elektrycznym lub hybrydowym musi przejść określone szkolenie specjalistyczne z zakresu bezpieczeństwa i poświadczyć udział w tym szkoleniu swoim podpisem.

Inne przepisy prawa mogą wymagać dodatkowych kwalifikacji, uprawnień lub certyfikatów (np. uprawnienia SEP do 1 kV w zakresie eksploatacji i nadzoru).

Procedury serwisowe mogą przewidywać kilka poziomów kompetencji i uprawnień podczas serwisowania samochód elektrycznych i hybrydowych np:

- mechanik wysokich napięć – może wykonywać prace obsługowo-naprawcze tylko na samochodzie w którym wyłączone jest wysokie napięcie,
- technik wysokich napięć – to samo co mechanik wysokich napięć oraz może odłączyć wysokie napięcie, sprawdzić że zostało odłączone (dokonać pomiarów) i załączyć je po zakończonej obsłudze (naprawie),
- ekspert wysokich napięć - to samo co technik wysokich napięć oraz może wykonywać prace przy załączonym wysokim napięciu (np. awaria systemu uniemożliwia odłączenie wysokiego napięcia za pomocą standardowych procedur i narzędzi).

Stanowisko obsługowo-naprawcze samochodu elektrycznego i hybrydowego musi być wydzielone i zabezpieczone przed dostępem osób nieuprawnionych.

Samochód należy odpowiednio oznakować - Uwaga urządzenie pod napięciem !

Na każdym etapie prac obsługowo-naprawczych pojazd powinien być odpowiednio oznakowany np.:

- Uwaga urządzenie pod napięciem !
- Nie włączać (nie wyłączać) napięcia !

Na każdym etapie prac obsługowo-naprawczych pojazd powinien być odpowiednio oznakowany np.: Nie włączać ładowania akumulatora !

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

Każdy pracownik wykonujący jakiekolwiek prace przy samochodach wyposażonych w układy wysokiego napięcia musi zapoznać się dokładnie z instrukcją i procedurami obsługi i napraw oraz powinien wiedzieć jak są oznakowane elementy takich układów.

Zabronione jest wykonywanie jakichkolwiek prac w pobliżu elementów i przewodów wysokiego napięcia przy użyciu narzędzi skrawających, o ostrych krawędziach lub z zastosowaniem źródła ciepła (lutowanie, spawanie, klejenie itp.).

Nie wolno kłaść na elementach i przewodach wysokiego napięcia jakichkolwiek przedmiotów i narzędzi.

Zabroniona jest jakakolwiek ingerencja w układ wysokiego napięcia (zrywanie izolacji, rozkręcanie obudowy akumulatora, przecinanie przewodów itp.)

Przewody wysokiego napięcia zabezpieczone są specjalną osłoną, której stan jest monitorowany przez układ sterujący. Uszkodzenie izolacji skutkuje natychmiastowym rozłączeniem obwodu wysokiego napięcia.

W przypadku uszkodzenia izolacji przewodów wysokiego napięcia nie podlegają one naprawie – należy je wymienić !

Przewody i złącza wysokonapięciowe oznaczone są ostrzegawczym kolorem pomarańczowym.
Nie należy dotykać żadnych elementów oznaczonych kolorem pomarańczowym w przypadku gdy wysokie napięcie jest włączone.

Przed przystąpieniem do wykonywania prac obsługowo-naprawczych upoważniona osoba musi przygotować pojazd zgodnie z obowiązującymi procedurami obejmującymi:

- rozłączenie obwodu wysokiego napięcia (wyłącznik główny) zgodnie z procedurami bezpieczeństwa,
- zabezpieczenie przed przypadkowym włączeniem,
- odczekanie (ok. 10 min) na rozładowanie się kondensatorów,
- sprawdzenie i potwierdzenie braku wysokiego napięcia,
- odpowiednie oznakowanie pojazdu.

Odłączenie wysokiego napięcia – dezaktywacja instalacji wysokonapięciowej VW e-up

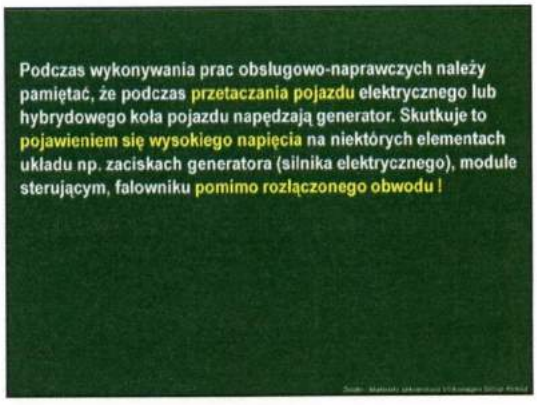
Odłączenie wtyczki przewodu zasilającego z akumulatora wysokowoltowego

Odłączenie i zabezpieczenie (kłódką) wtyczki serwisowej – otwarcie obwodu bezpieczeństwa i odłączenie przekaźnika od akumulatora wysokowoltowego

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus




Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

Z uwagi na występujące w silnikach elektrycznych silne magnesy stałe neodymowe, wymontowane silniki można umieszczać wyłącznie na stołach i regałach drewnianych.

Nie wolno używać do mycia elementów i instalacji wysokiego napięcia wody, pary lub innych środków pod ciśnieniem.

Na stykach i złączach wysokiego napięcia nie wolno stosować żadnych środków polepszających kontakt (smary, płyny itp.).

Przy obsłudze pojazdów wyposażonych w zbiorniki z wodorem należy zachować szczególne zasady bezpieczeństwa z uwagi na wybuchowe własności wodoru.

Uwaga: wodór pali się niewidocznym dla człowieka płomieniem !

Jeżeli pojazd jest uczestnikiem wypadku drogowego służby ratunkowe zgodnie z procedurami muszą odłączyć wysokie napięcie np. za pomocą bezpiecznika w pętli bezpieczeństwa.

Bezpiecznik pętli bezpieczeństwa – VW e-up

Służby ratunkowe dysponują detektorami które ostrzegają przed urządzeniami znajdującymi się pod wysokim napięciem.

Detektory te wykrywają jednak tylko prąd przemienny !

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

W przypadku rozszczelnienia akumulatora wysokiego napięcia możliwy jest wyciek elektrolitu.

Należy zachować szczególną ostrożność w kontakcie z elektrolitem lub jego oparami. W zależności od rodzaju akumulatora mogą to być substancje chemiczne łatwopalne, żrące lub podrażniające układ oddechowy.

Do rozbitego samochodu z napędem hybrydowym lub elektrycznym należy podchodzić od strony nawietrznej !

Przekroczenie granicznej wartości temperatury (80° C) akumulatora wysokowoltowego może doprowadzić do samozapłonu ogniw !

Podczas akcji ratowniczej służby ratownicze muszą schładzać miejsce w którym znajduje się akumulator wysokiego napięcia aby uniknąć samozapłonu.

Znany jest przypadek samoczynnego zapalenia się akumulatora wysokiego napięcia po 22 godzinach od zakończenia akcji gaśniczej !

Gaszenie akumulatora litowo-jonowego jest nieskuteczne !

Procedury służb ratunkowych zalecają wypalenie się akumulatora bez próby jego gaszenia !

Kontakt elektrolitu z wodą powoduje wydzielanie się nadtlenku wodoru $H_2O_2$ - gazu, który pod wpływem temperatury ulega wybuchowemu rozkładowi na wodę i tlen.

CELE ZAJĘĆ:

Umiem:

A - Wymienić podstawowe zasady zabezpieczenia i oznakowania pojazdu elektrycznego i hybrydowego na stanowisku obsługowo-naprawczym
B - Omówić kompetencje i uprawnienia wymagane od osób wykonujących czynności obsługowo-naprawcze pojazdów elektrycznych i hybrydowych
C - Omówić procedurę rozłączania obwodu wysokiego napięcia
B - Omówić podstawowe zasady obowiązujące podczas wykonywania prac obsługowo-naprawczych pojazdów elektrycznych i hybrydowych.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

Dla przedmiotu Układy elektryczne i elektroniczne pojazdów samochodowych opracowano materiały dydaktyczne z zakresu napędów elektrycznych obejmujące 4-godzinny blok w klasie drugiej, o następującej tematyce:

- Komponenty układu hybrydowego,
- Urządzenia elektryczne w pojazdach hybrydowych i elektrycznych,
- Układy sterowania w samochodach hybrydowych i elektrycznych,
- Techniczne koncepcje samochodów elektrycznych i hybrydowych.

Łącznie na modyfikację programu nauczania w przedmiotach zawodowych teoretycznych w każdym z nauczanych zawodów przeznaczono 8 godzin w cyklu. Modyfikacja nie zakłóca dotychczasowego procesu dydaktycznego i nie ogranicza liczby godzin przeznaczonych na inne tematy i zagadnienia. Dodatkowe 8 godzin zostało wygospodarowane z godzin do dyspozycji nauczyciela i dyrektora szkoły zgodnie z rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej w sprawie ramowych planów nauczania w Technikach i Szkołach Zasadniczych.

Modyfikacja przedmiotów praktycznych opiera się z kolei na zbudowanym modelu samochodu elektrycznego. We współpracy z Politechniką Poznańską dla zbudowanego samochodu z napędem elektrycznym opracowane zostały podstawy diagnostyki systemu zasilania i sterowania w oparciu o metody przyrządowe.

Dla przedmiotu Pracownia diagnostyki samochodowej opracowano konspekty dwóch ćwiczeń a do przedmiotu Pracownia mechatroniki samochodowej konspekty 4 ćwiczeń. Konspekty obejmują podstawy teoretyczne, cel i opis merytoryczny ćwiczenia, przebieg i metodykę ćwiczenia, tabelę dokonanych pomiarów, opracowanie wyników i wnioski z wykonanego ćwiczenia.

Tematyka opracowanych ćwiczeń realizowanych w Pracowni diagnostyki samochodowej w blokach 6 godzinnych klasie trzeciej (TS i ZSS) to:

- diagnostyka układu napędowego (silnik, układ chłodzenia silnika),
- diagnostyka układu przeniesienia napędu (sprzęgło, skrzynia biegów).

Tematyka opracowanych ćwiczeń realizowanych w Pracowni mechatroniki samochodowej w blokach 6 godzinnych w klasie czwartej (TS) i trzeciej (ZSS) to:

- diagnostyka układu baterii (30 ogniw);
- diagnostyka silnika elektrycznego;
- diagnostyka zadajnika prędkości;
- diagnostyka elementów elektrycznych występujących w układzie chłodzenia, ogrzewania pojazdu, układu hamulcowego.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

Dla przedmiotu Zajęcia praktyczne opracowano sześć zadań praktycznych wykonywanych podczas zajęć w klasie trzeciej (TS i ZSZ Mechanik pojazdów samochodowych) w dziale Naprawy bieżące oraz w klasie drugiej (ZSZ Elektromechanik pojazdów samochodowych) w dziale Obsługa i naprawa samochodowych urządzeń elektrycznych. Propozycje zadań realizowanych w blokach 3 godzinnych to:

- naprawa silnika elektrycznego (demontaż, montaż, pomiary),
- naprawa układu przeniesienia napędu (naprawa sprzęgła, skrzyni biegów),
- naprawa układu chłodzenia silnika elektrycznego (wymiana płynu chłodzącego, pompy cyrkulacyjnej, przewodów),
- naprawa układu hamulcowego (wymiana pompki podciśnieniowej),
- naprawa układu ogrzewania samochodu (wymiana elementów grzejnych, nagrzewnicy),
- naprawa układu ładowania baterii.

Łącznie na modyfikację programu nauczania w przedmiotach zawodowych praktycznych w każdym z nauczanych zawodów przeznaczono:

- TS (Technik pojazdów samochodowych) – 54 godziny,
- ZSZ (Mechanik pojazdów samochodowych) – 30 godzin,
- ZSZ (Elektromechanik pojazdów samochodowych) – 42 godziny.

Modyfikacja tak jak w przypadku przedmiotów teoretycznych nie zakłóca dotychczasowego procesu dydaktycznego i nie ogranicza liczby godzin przeznaczonych na inne tematy i zagadnienia ponieważ realizowana jest z godzin do dyspozycji nauczyciela i dyrektora szkoły.

Ogółem wdrożenie w przedmiotach teoretycznych i praktycznych innowacyjnych treści związanych z napędem hybrydowym i elektrycznym obejmie w całym cyklu kształcenia w każdym z nauczanych zawodów:

- TS (Technik pojazdów samochodowych) – 54 + 8 = 62 godzin,
- ZSZ (Mechanik pojazdów samochodowych) – 30 + 8 = 38 godzin,
- ZSZ (Elektromechanik pojazdów samochodowych) – 42 + 8 = 50 godzin.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ZSS Poznań

Learning e-Mobility Plus

**Wskaźniki jakościowe związane z dydaktyką i sposoby pomiaru dydaktycznego**

Wdrożenie nowych treści nauczania wiąże się z koniecznością dokonania ewaluacji a także opracowania wskaźników jakościowych związanych z dydaktyką pozwalających na pomiarze nabytej wiedzy i osiągniętych efektach procesu dydaktycznego. Kontrola i ocena nabytych przez uczniów wiadomości i umiejętności odbywać się będzie w następujących formach:

- badanie efektywności nauczania w przedmiotach zawodowych obejmujących test na zakończenie bloku tematycznego związanego z napędem elektrycznym i hybrydowym,
- bieżące sprawdzenie wiedzy i nabytych umiejętności pod koniec każdych zajęć teoretycznych i praktycznych na podstawie kontroli osiągnięcia celów operacyjnych,
- ocena jakościowa sprawozdań z ćwiczeń wg ogólnie przyjętych kryteriów zawartych w Systemie wewnątrzszkolnego oceniania zajęć prowadzonych w pracowniach zawodowych,
- ocena dzienna zajęć praktycznych wystawiana przez nauczycieli prowadzących zajęcia praktyczne zgodnie z kryteriami zawartymi w Systemie wewnątrzszkolnego oceniania zajęć praktycznych i praktyk zawodowych.

Nauczyciele wdrażający nowe treści nauczania w przedmiotach teoretycznych opracowali testy efektywności nauczania. Testy obejmują pytania zamknięte wielokrotnego wyboru oraz pytania otwarte. Zadania zamknięte składają się z trzonu oraz czterech odpowiedzi, z których jedna jest prawidłowa. Prawidłowa odpowiedź to werstraktor, natomiast odpowiedzi towarzyszące (dla utrudnienia) to dystraktory. Rolą dystraktorów jest pozorowanie prawidłowej odpowiedzi. Trzon zadania jest najczęściej pytaniem lub początkiem zdania (gdzie odpowiedzi są dokończeniem zdania). Odpowiedzi mogą być przedstawione w formie graficznej lub odnoszą się do załączonego rysunku, schematu. Zaletą tego typu zamkniętych zadań testowych jest miedzy innymi: obiektywne punktowanie, duża sprawność pomiarowa, krótki czas odpowiedzi, łatwy w opracowaniu klucz odpowiedzi, możliwość przeprowadzenia testu w wersji elektronicznej (automatyczne punktowanie i ocena) oraz prosta i łatwa analiza wyników. Z uwagi na to, że w tego typu zadaniach występuje jednak duża podatność na zgadywanie i wysokie prawdopodobieństwo przypadkowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi, druga część testu obejmuje także pytania otwarte.

Przykładowy test efektywności nauczania z przedmiotu Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych” wraz z kluczem odpowiedzi :

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

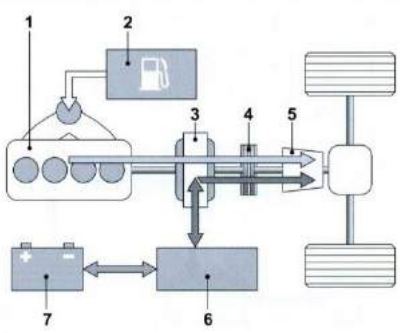
Learning e-Mobility Plus

## TEST EFEKTYWNOŚCI NAUCZANIA

**Przedmiot:** *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych*

**Dział:** *Napęd elektryczny i hybrydowy*

1. W ogniwie wodorowym wytwarzany jest prąd elektryczny w wyniku łączenia
   a. wodoru z tlenem.
   b. tlenu z azotem.
   c. wodoru z azotem.
   d. węgla z wodorem.
2. Oznaczenie Li-$O_2$ dotyczy akumulatora
   a. kwasowo-ołowiowego.
   b. litowo-jonowego.
   c. litowo-siarkowego.
   d. litowo-tlenowego.
3. Przewody instalacji wysokonapięciowej w samochodzie elektrycznym lub hybrydowym są koloru
   a. zielonego.
   b. czerwonego.
   c. pomarańczowego.
   d. żółtego.
4. Rekuperacja energii podczas hamowania oznaczona jest na dźwigni wyboru zakresu jazdy literą
   a. A.
   b. B.
   c. C.
   d. D.
5. Załączony rysunek przedstawia




   a. szeregowy układ hybrydowy.
   b. równoległy układ hybrydowy z jednym sprzęgłem.
   c. szeregowo-równoległy napęd hybrydowy.
   d. równoległy napęd hybrydowy o rozdzielonych osiach.
6. Napięcie prądu przemiennego niebezpieczne dla życia człowieka wynosi od
   a. 25 V.
   b. 50 V.
   c. 100 V.
   d. 110 V.

Erasmus+

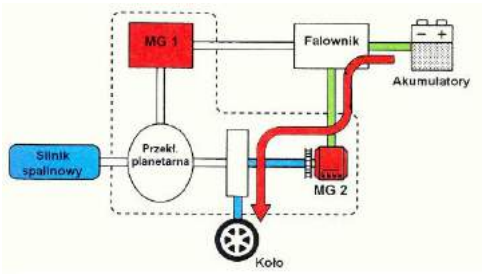
This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

7. Napięcie prądu stałego niebezpieczne dla życia człowieka wynosi od
    a. 20 V.
    b. 30 V.
    c. 60 V.
    d. 100 V.
8. Prawidłowa procedura rozłączenia wysokiego napięcia w samochodzie elektrycznym lub hybrydowym obejmuje następujące kolejne czynności:
    a. rozłączenie, sprawdzenie, zabezpieczenie, odczekanie i oznakowanie.
    b. rozłączenie, zabezpieczenie, odczekanie, sprawdzenie i oznakowanie.
    c. rozłączenie, odczekanie, zabezpieczenie, sprawdzenie i oznakowanie.
    d. rozłączenie, zabezpieczenie, sprawdzenie, odczekanie i oznakowanie.

9. Załączony rysunek przedstawia przepływ energii w samochodzie hybrydowym podczas
    a. cofania.
    b. hamowania.
    c. gwałtownego przyspieszania.
    d. doładowywania akumulatorów na postoju.




10. Na czym polega napęd hybrydowy?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

11. Na czym polega rekuperacja energii w samochodach elektrycznych?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

12. Jak jest różnica pomiędzy silnikiem zasilanym wodorem a ogniwem wodorowym?

……
……
……
……
……
……
……
……

13. Wymień zalety napędu elektrycznego

……
……
……
……
……
……
……
……

## TEST EFEKTYWNOŚCI NAUCZANIA – KLUCZ ODPOWIEDZI

**Przedmiot:** *Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych*

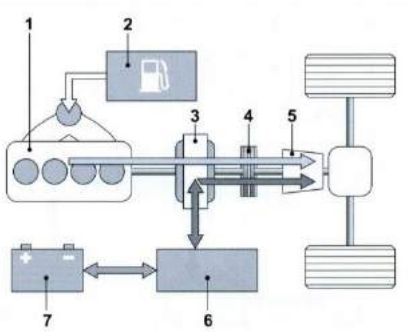
**Dział:** *Napęd elektryczny i hybrydowy*

1. W ogniwie wodorowym wytwarzany jest prąd elektryczny w wyniku łączenia
    a. wodoru z tlenem.
    b. tlenu z azotem.
    c. wodoru z azotem.
    d. węgla z wodorem.
2. Oznaczenie Li-$O_2$ dotyczy akumulatora
    a. kwasowo-ołowiowego.
    b. litowo-jonowego.
    c. litowo-siarkowego.
    d. litowo-tlenowego.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

3. Przewody instalacji wysokonapięciowej w samochodzie elektrycznym lub hybrydowym są koloru
    a. zielonego.
    b. czerwonego.
    c. pomarańczowego.
    d. żółtego.
4. Rekuperacja energii podczas hamowania oznaczona jest na dźwigni wyboru zakresu jazdy literą
    a. A.
    b. B.
    c. C.
    d. D.
5. Załączony rysunek przedstawia
    a. szeregowy układ hybrydowy.
    b. równoległy układ hybrydowy z jednym sprzęgłem.
    c. szeregowo-równoległy napęd hybrydowy.
    d. równoległy napęd hybrydowy o rozdzielonych osiach.

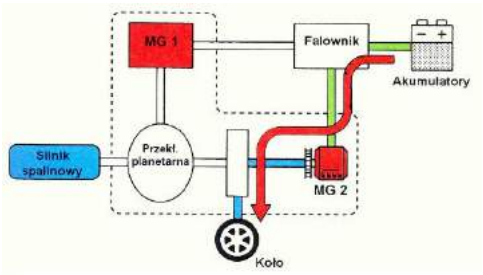



6. Napięcie prądu przemiennego niebezpieczne dla życia człowieka wynosi od
    a. 25 V.
    b. 50 V.
    c. 100 V.
    d. 110 V.
7. Napięcie prądu stałego niebezpieczne dla życia człowieka wynosi od
    a. 20 V.
    b. 30 V.
    c. 60 V.
    d. 100 V.
8. Prawidłowa procedura rozłączenia wysokiego napięcia w samochodzie elektrycznym lub hybrydowym obejmuje następujące kolejne czynności:
    a. rozłączenie, sprawdzenie, zabezpieczenie, odczekanie i oznakowanie.
    b. rozłączenie, zabezpieczenie, odczekanie, sprawdzenie i oznakowanie.
    c. rozłączenie, odczekanie, zabezpieczenie, sprawdzenie i oznakowanie.
    d. rozłączenie, zabezpieczenie, sprawdzenie, odczekanie i oznakowanie.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

9. Załączony rysunek przedstawia przepływ energii w samochodzie hybrydowym podczas
    a. cofania.
    b. hamowania.
    c. gwałtownego przyspieszania.
    d. doładowywania akumulatorów na postoju.




10. Na czym polega napęd hybrydowy?

Połączenie dwóch jednostek napędowych (np. silnika spalinowego i elektrycznego)

11. Na czym polega rekuperacja energii w samochodach elektrycznych?

Odzysk energii podczas hamowania. Koła napędzają silnik elektryczny, który jako generator ładuje akumulatory.

12. Jak jest różnica pomiędzy silnikiem zasilanym wodorem a ogniwem wodorowym?

W silniku zasilanym wodorem spalana jest mieszanina wodoru i tlenu (silnik spalinowy). W ogniwie wodorowym wodór łączy się z tlenem bez obecności płomienia, na drodze reakcji chemicznej. Powstały prąd elektryczny zasila silnik elektryczny napędzający pojazd.

13. Wymień zalety napędu elektrycznego

- cicha praca,
- brak emisji spalin i ich toksycznych składników,
- brak konieczność zamiany ruchu postępowego na obrotowy wału,
- brak pracy silnika na postoju (bieg jałowy),
- łagodne ruszanie z miejsca pod pełnym obciążeniem bez pomocy z zewnątrz (uruchomienie pod obciążeniem),
- maksymalny (stały) moment obrotowy uzyskiwany od prędkości zerowej,
- brak konieczności stosowania sprzęgła i skrzynki biegów,
- regulacja mocy wyłącznie poprzez zmianę prędkości obrotowej silnika,
- możliwość odzysku (rekuperacji) energii podczas hamowania.

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Kryteria procentowe na poszczególne oceny przewidziane obowiązującymi przepisami prawa są następujące:

do 40% możliwych do uzyskania punktów – ocena niedostateczna (1 - negatywna)

od 41 do 54% możliwych do uzyskania punktów – ocena dopuszczająca (2)

od 55 do 70% możliwych do uzyskania punktów – ocena dostateczna (3)

od 71 do 85% możliwych do uzyskania punktów – ocena dobra (4)

od 86 do 99% możliwych do uzyskania punktów – ocena bardzo dobra (5)

100% możliwych do uzyskania punktów – ocena celująca (6)

W programach nauczania poszczególnych przedmiotów zawarte są między innymi wynikowe plany dydaktyczne, które zostały uaktualnione o nowe treści z zakresu napędów hybrydowych i elektrycznych. W zmienionych planach dydaktycznych dokonano korekty godzinowych rozkładów tematów w działach lub blokach tematycznych dotyczących elektromobilności. Wprowadzone zostały dla każdego nowego tematu operacyjne cele kształcenia wraz z kryteriami oceniania. Operacyjne cele kształcenia wraz z kryteriami oceny formułowane są wraz z tematem przez nauczycieli prowadzących zajęcia na początku każdej lekcji. Pod koniec jednostki lekcyjnej nauczyciel ponownie nawiązuje w podsumowaniu do określonych wcześniej celów i sprawdza ich realizację. W ten sposób operacyjne cele kształcenia pozwalają dokonać oceny jakościowej omawianego zagadnienia i stanowią jedną jedno z narzędzi oceny efektywności procesu dydaktycznego. Stanowią cenne źródło informacji dla uczniów co powinni wiedzieć i umieć po zakończeniu lekcji. Każdemu celowi operacyjnemu przypisane jest kryterium oceny (A – zapamiętanie wiadomości na ocenę dopuszczającą, B – zrozumienie wiadomości na ocenę dostateczną, C – stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych na ocenę dobrą i D – stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych na ocenę bardzo dobrą). Pełna realizacja wszystkich celów na poziomach od A do D odpowiada najwyższej ocenie celującej.

Przykładowe cele operacyjne dla przedmiotu Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych zostały zamieszczone na początku i końcu każdej opracowanej prezentacji

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

## Zakres współpracy z uczelniami technicznymi i pracodawcami

Realizacja projektu spowodowała nawiązanie lub zacieśnienie współpracy z lokalnymi pracodawcami, firmami i koncernami samochodowymi. Firmy współpracujące od wielu lat z Zespołem Szkół w zakresie tworzenia i prowadzenia klas patronackich, czynnie włączyły się w realizację celów jakie zakładał projekt. W pierwszej kolejności udostępniły szkole wszelki informacje i materiały szkoleniowe dotyczące nowych rozwiązań konstrukcyjnych i nowych technologii w zakresie samochodów elektrycznych i hybrydowych. Kolejnym krokiem było zaproszenie grypy nauczycieli przedmiotów zawodowych do udziału w specjalistycznych szkoleniach dotyczących samochodów o napędzie elektrycznym i hybrydowym. W trakcie trwania projektu szkolenia takie zostały przeprowadzone w ośrodkach szkoleniowych: Mercedes Polska (2 nauczycieli), VW Polska (6 nauczycieli) oraz Toyota Motor Poland (3 nauczycieli). Uczestnikom szkoleń udostępniono prezentacje, materiały serwisowe program i zakres szkolenia bhp oraz możliwość korzystania z platformy edukacyjnej. Tematyka szkoleń obejmowała następujące zagadnienia:

- kompetencje i uprawnienia osób zatrudnionych przy obsłudze i naprawie pojazdów z napędem hybrydowym i elektrycznym,
- teoretyczne zagadnienia związane z rodzajami, budową i zasadą działania napędów elektrycznych i hybrydowych,
- zasady bezpieczeństwa przy obsłudze i naprawie pojazdów z instalacją wysokonapięciową, szkolenie podległych pracowników,
- praktyczne zajęcia dotyczące przygotowania pojazdu elektrycznego lub hybrydowego do obsługi lub naprawy (rozłączenie obwodu wysokiego napięcia, sprawdzenie i potwierdzenie braku napięcia, zabezpieczenie instalacji przed niepowołanym załączeniem, oznakowanie pojazdu, ponowne załączenie napięcia do wykonaniu naprawy),
- praktyczne zajęcia dotyczące przeprowadzenia diagnostyki obwodu wysokiego napięcia,
- praktyczne zajęcia dotyczące obsługi, naprawy lub wymiany elementów instalacji wysokonapięciowej

Jednym z głównych celów projektu była modernizacja samochodu Toyota Starlet na napęd elektryczny. Na przykładzie tego etapu projektu można zauważyć jak ważna była współpraca poszczególnych partnerów. Komisje projektowe i wykonawcze składały się z mieszanych zespołów nauczycieli i uczniów szkoły oraz wykładowców i studentów PUT. Właściwy rozdział zadań umożliwił powstanie tego samochodu. Każda grupa miała określone zadanie do wykonania zgodnie ze swoimi umiejętnościami, kompetencjami i możliwościami. Fazą projektowania, obliczania i opomiarowania samochodu zajęli się przede wszystkim wykładowcy i studenci PUT. Rozeznanie rynku, zakup urządzeń i praktyczne wykonanie zaplanowanych prac modernizacyjnych przypadło w udziale nauczycielom i uczniom Zespołu Szkół. Część praktyczna wykonana została w ramach zajęć praktycznych w warsztatach

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

szkolnych dysponujących odpowiednim miejscem i bazą. Ostateczne badanie techniczne i dopuszczenie samochodu do ruchu po drogach publicznych wykonane zostało przez diagnostów w szkolnej Stacji Kontroli Pojazdów mającej odpowiednie uprawnienia w tym zakresie.

Współpraca z partnerami projektu pozwoliła na wymianę doświadczeń i posiadanej wiedzy. Możliwe będzie również wzajemne wykorzystanie wszystkich rezultatów projektu i wykonanych opracowań przez każdego z partnerów.

Faza projektu: rozpowszechnianie

Tytuł: Publikacja - rozpowszechnianie, we współpracy z zainteresowanymi stronami

Opis:
Wytyczne zostały opublikowane w różnych wersjach językowych w internecie i dystrybuowane za pośrednictwem sieci partnerów. Rozpowszechnianie jest również możliwe na różnego rodzaju pokazach i innych zdarzeniach, imprezach z udziałem osób trzecich. Ważne jest właściwe komunikowanie się z zainteresowanymi stronami. Działanie to dotyczy końcowej fazy projektu. Jest to głównie skierowane do innych nauczycieli i trenerów.

**07-A3 Rozpowszechnienie - publikacja**

**Rozpowszechnienie efektów projektu**

Tematem wiodącym projektu są napędy alternatywne pojazdów samochodowych ze szczególnym uwzględnieniem napędu elektrycznego i hybrydowego. Celem projektu jest opracowanie materiałów teoretycznych oraz wykonanie na tej podstawie części praktycznej w postaci samochodu osobowego o napędzie elektrycznym. Powyższe zagadnienia obejmują obszary wiedzy bardzo słabo opracowane, traktowane w podręcznikach szkolnych i dostępnej literaturze w sposób pobieżny i ogólnikowy. Powodem jest brak danych szczegółowych, które na ogół chronione są przez producentów i bardzo niechętnie z tego powodu są udostępniane i rozpowszechniane.

Opracowane zagadnienia teoretyczne i wykonany na tej podstawie rzeczywisty pojazd będą służyły jako doskonała pomoc dydaktyczna pozwalająca w poglądowy i bardzo szczegółowy sposób przedstawić zagadnienie napędu elektrycznego w pojazdach samochodowych. Opracowanie to zostanie włączone do obowiązujących i realizowanych w

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

**ZSS Poznań**

Learning e-Mobility Plus

Zespole Szkół Samochodowych programów nauczania w zawodach: technik pojazdów samochodowych, mechanik pojazdów samochodowych i elektromechanik pojazdów samochodowych, stanowiąc ich rozszerzenie. Na tej podstawie, wykorzystując jednocześnie zbudowany samochód elektryczny będzie można prowadzić zajęcia dotyczące budowy, zasady działania, obsługi, diagnostyki oraz naprawy całego elektrycznego układu napędowego oraz jego poszczególnych zespołów, podzespołów i mechanizmów. Oddzielnym bardzo ważnym obszarem wykorzystania efektów projektu będzie możliwość omawiania zasad bezpieczeństwa pracy podczas obsługi, diagnostyki i naprawy elektrycznych układów napędowych.

Działania związane z rozpowszechnieniem wyników projektu:

- oklejenie samochodu reklamą dotyczącą projektu,
- informacja o projekcie i jego rezultatach na stronie internetowej szkoły,
- umieszczenie opracowanych materiałów dydaktycznych na platformie edukacyjnej BGZ w Berlinie,
- umieszczenie opracowanych materiałów dydaktycznych na szkolnej platformie edukacyjnej Fronter ( z dostępem dla uczniów i nauczycieli),
- prezentacja samochodu elektrycznego I opracowanych materiałów oraz udostępnienie materiałów szkoleniowych i pomocy dydaktycznych (prezentacje, filmy) innym szkołom zawodowym miasta Poznania i regionu (uczących w tych samych i pokrewnych zawodach np. technik elektronik, technik mechatronik),
- prezentacja projektu, jego celów i osiągniętych już rezultatów w środowisku lokalnym, regionie i wśród zagranicznych partnerów szkoły; Targi Edukacyjne – marzec 2015, Zawodowa Arena (promocja szkół zawodowych miasta Poznania) – kwiecień 2015, Drzwi otwarte w szkole – kwiecień-maj 2015, seminarium dla pracodawców zorganizowane we współpracy z Wielkopolską Izbą Rzemieślniczą,
- prezentacja samochodu elektrycznego i opracowanych materiałów podczas spotkań i seminariów organizowanych przez szkołę z udziałem zagranicznych partnerów (Szkoła zawodowa z Gruzji – wrzesień 2015, Szkoła zawodowa z Holandii – październik 2015, Szkoła zawodowa ze Słowenii – listopad 2015, Szkoła zawodowa z Francji – luty 2016 ),
- przygotowanie materiałów reklamowych i promocyjnych o szkole z uwzględnieniem wyników i efektów projektu (poszerzenie oferty edukacyjnej, dodatkowe kompetencje dla uczniów, promowanie rozwiązań proekologicznych),
- wykonanie tablic informacyjnych, okresowych wystaw, banerów na terenie szkoły (informacja dla uczniów, rodziców, gości odwiedzających szkołę),
- informacje o projekcie upowszechniane wśród społeczności szkolnej, wykorzystywane podczas prowadzonych obowiązkowych zajęć lub dodatkowych seminariów dla wybranych grup uczniów i nauczycieli (np. z innych szkół)

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Odbiorcami projektu będą w szczególności:

- nauczyciele przedmiotów zawodowych teoretycznych i praktycznych (upowszechnienie w formie zmodernizowanych programów nauczania, opracowanych materiałów, pomocy dydaktycznych, prezentacji), którzy w ramach doskonalenia zawodowego oraz samokształcenia będą mogli przyswoić sobie nowe treści i umiejętności,
- pracodawcy, których zamierzamy wykorzystać do udostępnienia materiałów i zachęcić do współpracy oraz dzielenia się swoją wiedzą i umiejętnościami. W zamian absolwenci szkoły wyposażeni zostaną w dodatkowe kompetencje dotyczące diagnostyki, naprawy i obsługi pojazdów elektrycznych i hybrydowych,
- uczniowie podczas zajęć teoretycznych, w pracowniach zawodowych oraz na zajęciach praktycznych realizując obowiązujący program nauczania dla przedmiotów zawodowych
- słuchacze Kwalifikacyjnych kursów zawodowych dla dorosłych organizowanych przez Zespół Szkół zwłaszcza w kwalifikacjach M18 i M12,
- uczniowie i nauczyciele innych szkół zawodowych w pokrewnych zawodach, w ramach współpracy, wymiany doświadczeń, realizowanych wspólnie konferencji, seminariów i projektów,
- absolwenci innych szkół zawodowych kierowanych przez Okręgową Komisję Egzaminacyjną do naszego Ośrodka Egzaminacyjnego na egzamin potwierdzający kwalifikacje w zawodzie (w ramach zapoznania się z wyposażeniem Ośrodka przed rozpoczęciem sesji egzaminacyjnej).
- kandydaci do szkoły, ich rodzice i środowisko lokalne oraz organy nadrzędne poprzez poszerzenie i uatrakcyjnienie oferty edukacyjnej szkoły (Targi Edukacyjne, Drzwi otwarte dla kandydatów, spotkania z gimnazjalistami dotyczącymi wyboru szkoły ponadgimnazjalnej).

**Stosowanie dobrych praktyk w środowisku edukacji**

Na szczególną uwagę i podkreślenie przy podsumowaniu niniejszego projektu zasługują następujące dobre praktyki mogące być wzorem postępowania dla innych przy konstruowaniu i realizacji podobnych przedsięwzięć:

- twarde konkretne rezultaty projektu w postaci samochodu elektrycznego, które obok nabytej wiedzy, umiejętności i doświadczeń stanowią bazę do wprowadzenia i praktycznej realizacji nowych treści do programów nauczania,
- modernizacja programów nauczania i wprowadzanie innowacyjnych treści nie jest tylko na papierze ale poparte unowocześnioną bazą, wyposażeniem, nowymi materiałami szkoleniowymi, pomocami dydaktycznymi, prezentacjami a przede wszystkim doświadczeniem i wiedzą osób uczących,
- rezultaty projektu i jego efekty są ściśle powiązane z właściwą współpracą partnerów, odpowiednim planowaniem i rozdziałem zadań adekwatnych do kompetencji i

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

możliwości, a przede wszystkim właściwej koordynacji tych działań pozwalających jak klocki lego złożyć wszystko w jedną całość,

- trzech partnerów projektu z trzech państw wykonało niezależnie trzy różne pomoce praktyczne wraz z dokumentacją i pomocami dydaktycznymi, które zostaną nawzajem udostępnione, w celu ich wykorzystania w każdej z tych placówek,
- nawiązana współpraca Zespołu Szkół z pracodawcami (a zwłaszcza z ośrodkami szkoleniowymi w zakresie udziału pracowników szkoły w kursach i szkoleniach) pozwoli w przyszłości kontynuować tę formę doskonalenia zawodowego nauczycieli.

**Możliwości rozwoju i zastosowania opracowanych rozwiązań w przyszłości**

Opracowane w ramach projektu materiały, pomoce, modele będą służyły realizacji procesu dydaktycznego zgodnie z wdrożonymi zmianami w programach nauczania. Niezbędna jest jednak ich bieżąca modyfikacja i udoskonalanie z uwagi na olbrzymi i bardzo szybki postęp technologiczny, zmiany i rozwój w konstrukcjach współczesnych pojazdów samochodowych. Nie bez znaczenia dla tego procesu ciągłego doskonalenia są nawiązane w ramach projektu wspólne relacje i współpraca z partnerami i innymi podmiotami. Dostęp do informacji jest priorytetem i kluczem do sukcesu. Przykładem może być współpraca nawiązana w trakcie realizacji projektu z firmami: VW Polska, Mercedes Polska i Toyota Motor Poland, które potwierdziły wolę pomocy w doskonaleniu zawodowym nauczycieli w tematach związanych z napędami alternatywnymi. Na szczególną uwagę zasługuje oferta skierowana do szkoły przez ośrodek szkoleniowy Volkswagen Polska dotyczący wytypowania corocznie grupy 30 uczniów biorących udział w 2-letnim cyklu szkoleń specjalistycznych (w tym dotyczących napędów elektrycznych). Wraz z ukończeniem szkoły i możliwością uzyskania dyplomu technika, uczniowie ci otrzymają również certyfikat firmowy znacznie zwiększający ich szanse na rynku pracy.

Drugą propozycją na przyszłość jest poszerzenie możliwości diagnostyki i zakresu ćwiczeń oraz badań zbudowanego samochodu np. o możliwości rekuperacji energii i oceny jej efektywności i dodatkowe oprzyrządowanie.

Kolejną propozycją jest pomysł utworzenia pracowni pojazdów elektrycznych, która po odpowiednim doposażeniu mogłaby służyć realizacji treści nauczania z tego zakresu. Z uwagi na rozwój tej technologii i rosnącą liczbę pojazdów z napędem elektrycznym stanie się to w niedalekiej przyszłości koniecznością z uwagi na rosnącą ilość informacji i związaną z tym większą liczby godzin dydaktycznych. Prowadzone z tym zakresie rozmowy z firmami współpracującymi ze szkołą potwierdzają zainteresowanie pracodawców absolwentami wyposażonymi w wiadomości i umiejętności z zakresu diagnostyki obsługi i naprawy samochodów elektrycznych. Firmy te są skłonne partycypować w kosztach takiego kształcenia, między innymi poprzez doposażenie pracowni zawodowych.

Czwartym pomysłem jest wykorzystanie efektów projektu w przyszłości przy uruchamianiu nowych zawodów np.: mechanik kierowca. Opracowane materiały dydaktyczne i rozwiązania będą mogły być wykorzystane przy okazji tworzenia autorskich programów nauczania

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.

zawierających nowoczesne treści odpowiadające potrzebom współczesnego, dynamicznie rozwijającego się rynku motoryzacyjnego.

Na koniec należy podkreślić, że umiejętności i wiedza nabyta w trakcie realizacji niniejszego projektu pozwoli wykorzystać te doświadczenia w przygotowywaniu i działaniach podejmowanych w innych projektach unijnych.

***Opracował: Marek Gabryelewicz***

Erasmus+

This project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union.
This publication reflects only the author's view. The National Agency and the European Commission are not responsible for any use that may be made of the information it contains.