



Efektywność napędów elektrycznych w pojazdach przyszłości

Mateusz Opaliński

2014-04-08

Mobilny środek transportu pasażerów lub towaru.

Pojazdy

Środowisko / otoczenie

Wodne

Lądowe

Powietrzne

Kosmiczne

Przedstawiciele

Rowery

Motocykle /
Motorowery

Samochody
osobowe

Samochody
ciężarowe

Autobusy

Pociągi

Rodzaj napędu

Środowiskowy

Ludzki

Jądrowy

Silnik
spalinowy

Silnik
elektryczny

Hybrydowy

„Vehicle electrification technology is now one of the industry’s hottest topics and the technology is constantly evolving.”

Society of Automotive Engineers International

2014-03-25

Przedstawiciele

Rowery

Motocykle /
Motorowery

Samochody
osobowe

Samochody
ciężarowe

Autobusy

Pociągi

Rodzaj napędu

Środowiskowy

Ludzki

Jądrowy

Silnik
spalinowy

Silnik
elektryczny

Hybrydowy

Napęd spalinowy			Napęd elektryczny		
	Sprawność [%]			Sprawność [%]	
	Max.	Min.		Max.	Min.
Baryłka oleju Rafineria (benzyna)	90	85	Baryłka oleju Rafineria (olej napędowy)	97	95
Dystrybucja do stacji paliwowych	99	95	Wytworzenie energii elektrycznej	40	33
			Przesył do odbiorcy	92	90
			Ładowanie baterii	90	85
			Baterie (lead acid)	75	75
Silnik	22	20	Silnik/sterownik	85	80
Skrzynia biegów/oś napędowa	98	95	Skrzynia biegów/oś napędowa	98	95
Koła napędowe			Koła napędowe		
Całkowita sprawność	19	15	Całkowita sprawność	20	14

Porównanie sprawności przemiany energii baryłki oleju do energii mechanicznej koła napędzającego dla pojazdu spalinowego i pojazdu elektrycznego

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydizacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

- Typ źródła mocy

Human +
Environmental

Human +
Electric

ICE +
Pneumatic / Hydraulic

ICE +
Electric

Electric +
Fuel cell

Napęd Hybrydowy - Wstęp

Napędy hybrydowe to połączenie dwóch różnych napędów, które ze sobą współpracują i/lub uzupełniają się. Połączenie to ma na celu:

- obniżenie kosztów użytkowania
 - sprostanie coraz bardziej wyśrubowanym normom (np. emisji spalin)
 - poprawę własności użytkowych (osiągi, zasięg, wygodę, dostępność, bezpieczeństwo, niezawodność)
- ⇒ Często powyższe kryteria są skorelowane negatywnie
- ⇒ Potrzebny jest więc pewnego rodzaju kompromis

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydizacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

- Typ źródła mocy

Human +
Environmental

Human +
Electric

ICE +
Pneumatic / Hydraulic

ICE +
Electric

Electric +
Fuel cell

Hydraulic Launch Assist

Pompo-silnik połączony z wałem napędowym wspomaga napęd przy starcie poprzez oddanie energii zgromadzonej podczas hamowania w zbiorniku ciśnieniowym.

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydyzacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

- Typ źródła mocy

Human +
Environmental

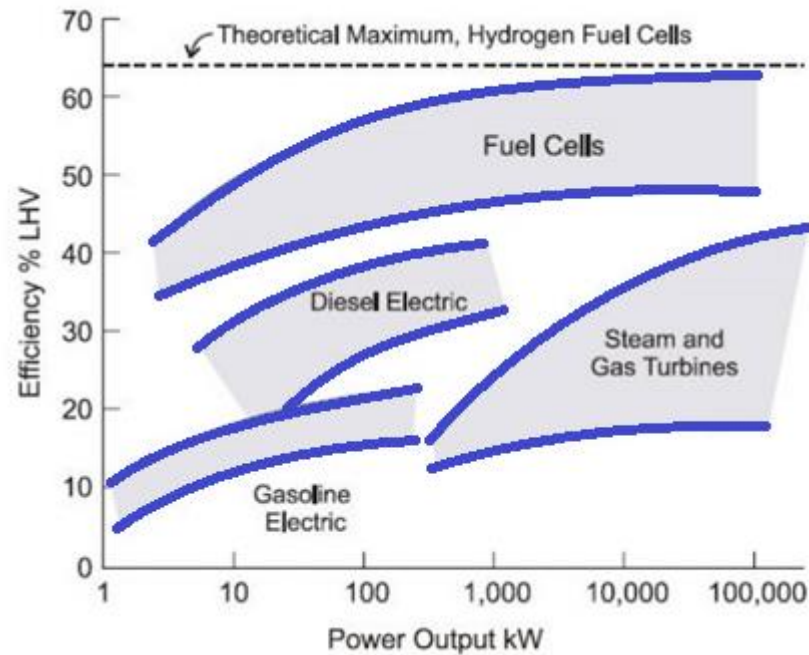
Human +
Electric

ICE +
Pneumatic / Hydraulic

ICE +
Electric

Electric +
Fuel cell

OGNIWA PALIWOWE



Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydizacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

- Typ źródła mocy

Human +
Environmental

Human +
Electric

ICE +
Pneumatic / Hydraulic

ICE +
Electric

Electric +
Fuel cell

Najbardziej popularny napęd hybrydowy to silnik spalinowy z elektrycznym.

Najczęściej stosowane kombinacje źródeł to:

- turbiny gazowe
- silniki ZS
- silniki ZI

w układach hybrydowych z:

- kołami zamachowymi
- bateriami (akumulatorami)
- super ~ / ultra~ kondensatorami.

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydyzacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Historia

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydizacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Ważniejsze daty:

1900 - pierwszy pojazd hybrydowy (Porsche)

1914 - układ sterowania systemem elektrycznym

1917 - pierwsze 3 prototypowe lokomotywy dieslowsko elektryczne GE

1940 - pierwsze seryjnie produkowana manewrowa lokomotywa (44-Tonner)

1997 - pierwszy seryjny samochód z napędem hybrydowym (Toyota Prius)

2009 - pierwsza szeroko dostępna samochodowa hybryda szeregową (PHEV)

2013 - pierwszy lot z napędem szeregowym w historii (DA36 E-Star)

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydyzacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Głównymi wadami pojazdów hybrydowych są:

- duża waga akumulatorów
- stosunkowo niewielka energia, którą można w nich zgromadzić
- układy takie są dodatkowo bardziej skomplikowane
 - bardziej awaryjne
 - droższe
- baterie są szkodliwe dla środowiska

W benzynie o tej samej masie co akumulator, na ówczesnym poziomie nauki można zgromadzić około 100 razy więcej energii.

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydyzacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Głównymi zaletami pojazdów hybrydowych są:

- + odzysk energii podczas hamowania
- + akumulacja energii wynikająca z nadmiaru mocy silnika spalinowego
- + silnik spalinowy dobierany jest do optymalnych warunków:
 - + masa ICE
 - + stabilizacja mocy silnika spalinowego
 - + sprawność
 - + ograniczenie emisji

Zalety silników elektrycznych stosowanych w transporcie osobowym:

- + cichobieżność
- + bardzo dobra dynamika
- + wysoki moment napędowy przy niskich RPM
- + masa-rozmiar / moc
- + możliwym jest wykluczenie skrzyni biegów czy sprzęgła
- + bieg wsteczny nie wymaga mechanicznych przekładni
- + brak produkcji szkodliwych substancji (lokalnie)

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydizacji

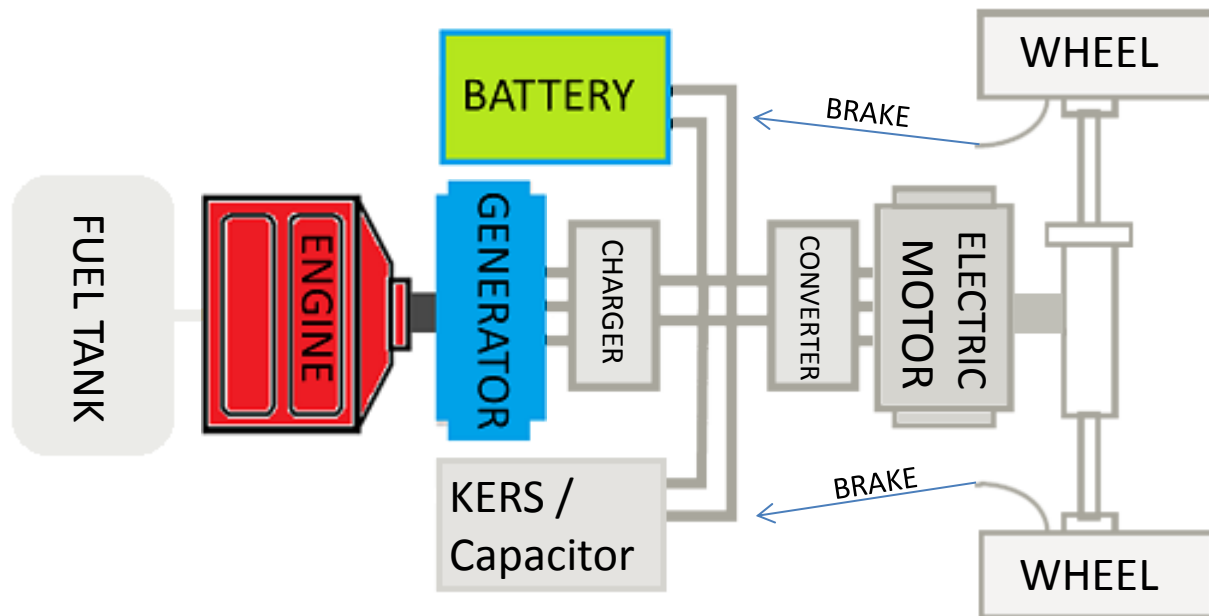
Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

W układzie istnieją 2 **źródła energii**:

1. Pierwotne - zespół silnik spalinowy–generator prądu
2. Wtórne - stanowi bateria akumulatorów elektrochemicznych



Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

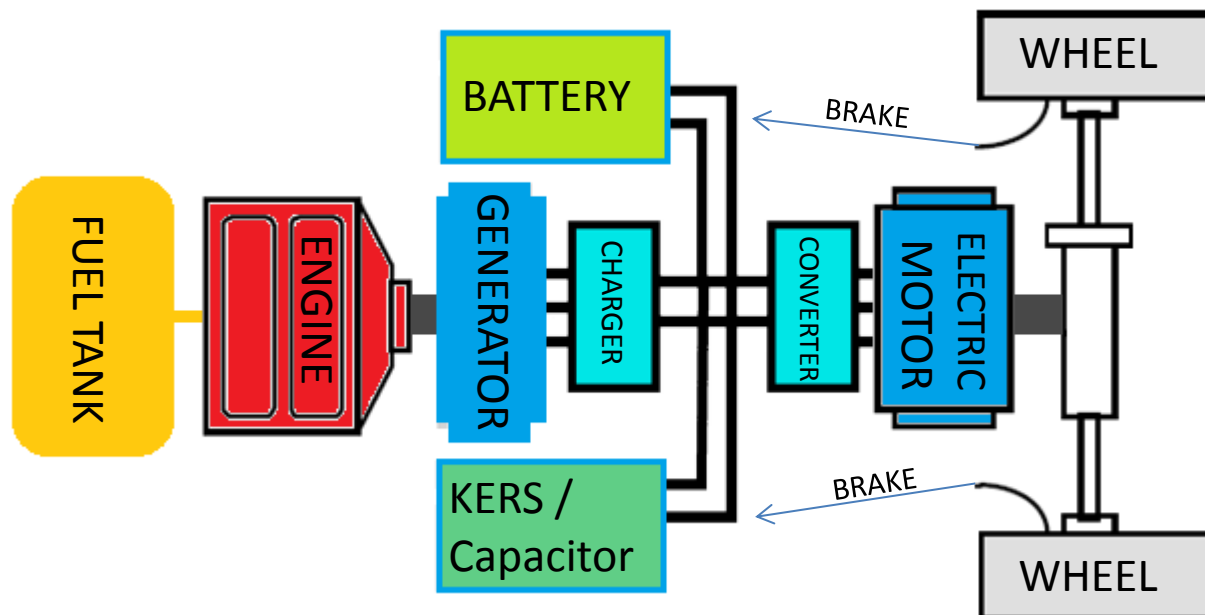
- Poziom hybrydizacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Szeregowe połączenie napędów to elektryczne przeniesienie napędu uzupełnione o akumulator stanowiący bufor energetyczny. Umożliwia on zmienny, stosownie do warunków ruchu, pobór mocy przy stałym jej dopływie z pracującego w ustalonych warunkach silnika spalinowego.



- downsizing ICE
- oszczędność paliwa
- przekładnia elektryczna

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydyzacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Lokomotywy

- + przekładnia elektryczna
- + brak konieczności utrzymania trakcji elektrycznej

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydyzacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Głównymi wadami pojazdów hybrydowych z napędem szeregowym są:

- co najmniej 2 maszyny elektrycznych
- sprawności są przemnożone
- mniejsza moc od konfiguracji równoległej
- ustalone warunki pracy => korzyści są znikome (ruch autostradowy, przelot samolotem)

- wysokie koszty eksploatacji
- jest znacznie cięższy od konwencjonalnego
- zajmuje więcej miejsca
- skomplikowany recycling

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydyzacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Głównymi zaletami pojazdów z napędem szeregowym są:

- + silnik spalinowy nie pracuje cały czas - zwiększa to jego średnią efektywność
 - + wyłączony na biegu jałowym,
 - + wyłączony przy pełnych bateriach
- + węższy (optymalny) zakres obciążenia i RPM
 - + większa żywotność
 - + mniejsza emisja
 - + oszczędność paliwa
- + nie wymagają przekładni
 - + proste konstrukcyjnie
 - + brak strat mechanicznych
 - + mniejsza masa
- + mały zespół silnik-generator
- + odzyskiwanie energii przy hamowaniu
- + możliwość jazdy w strefach o zwiększonych wymogach ochrony środowiska
- + **możliwość sterowania momentem dla każdego z kół**

Hybrid vehicle drivetrain

ICE + Electric

Systemy / Komponenty

ICE

Energy Accumulators

Generator / Motor

Other

Przykłady / Opcje

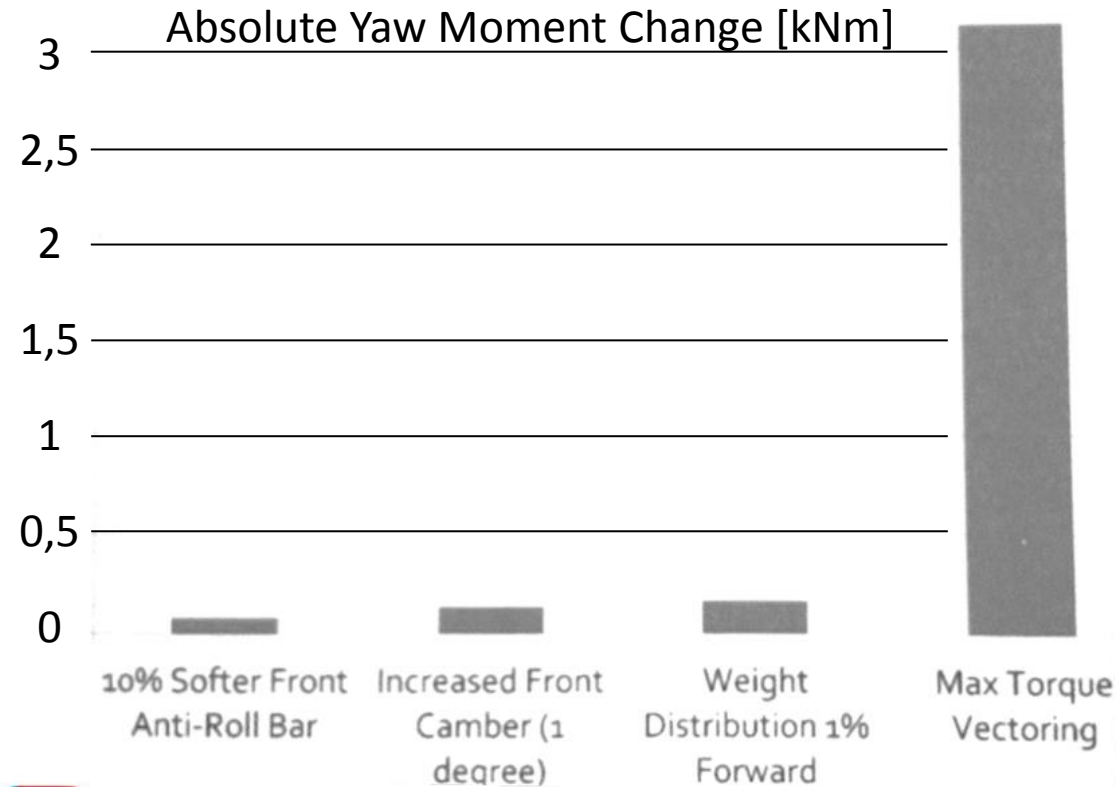
Hi – Pa Drive

Piston Engines

Rotary Engines

Turbines

- Moment odchylający
- Bardziej efektywne hamowanie / przyspieszenie
- Transfer mocy w zakręcie
- Dopasowanie do rozłożenia masy w pojeździe
- Można ustawiać pod- i nad- sterowność w zależności od preferencji / obciążenia pojazdu
- Tryb miejski, sportowy, wygodny
- Straty tarcia na oponach są jednym ze składników strat pojazdu – eliminując poślizgi w zakrętach / hamowaniu / przyspieszaniu – eliminujemy straty w postaci ciepła
- Oszczędność klocków i tarczy hamulcowych
- Nie trzeba iść na kompromis z ustawieniem zawieszenia (hamowanie / przyspieszanie / jazd)



Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydyzacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Równoległy układ napędu - **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.

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE + Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split / Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydizacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

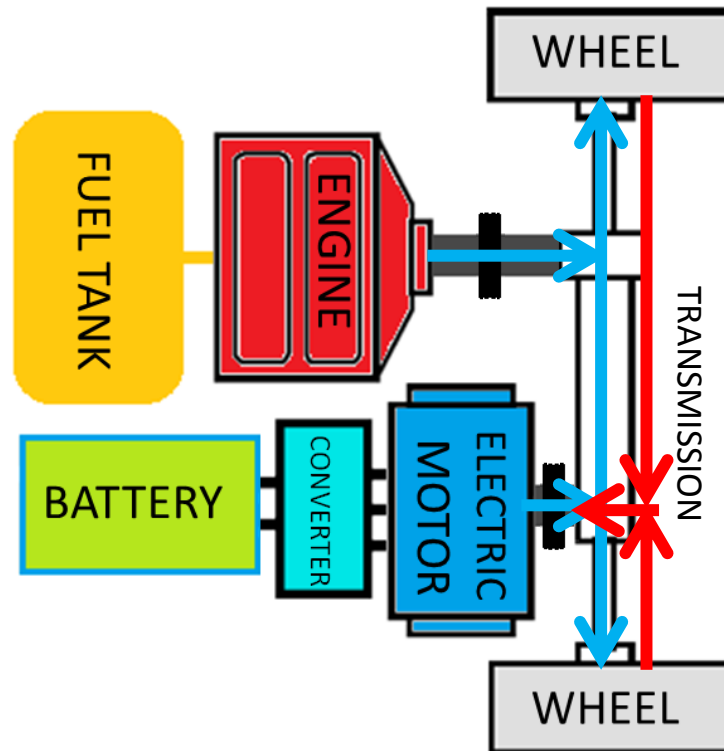
Electric only

Hybrid / electric assist

Battery charging

ICE only

Regenerative braking



Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE + Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split / Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydizacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Sterowanie przez kierowcę

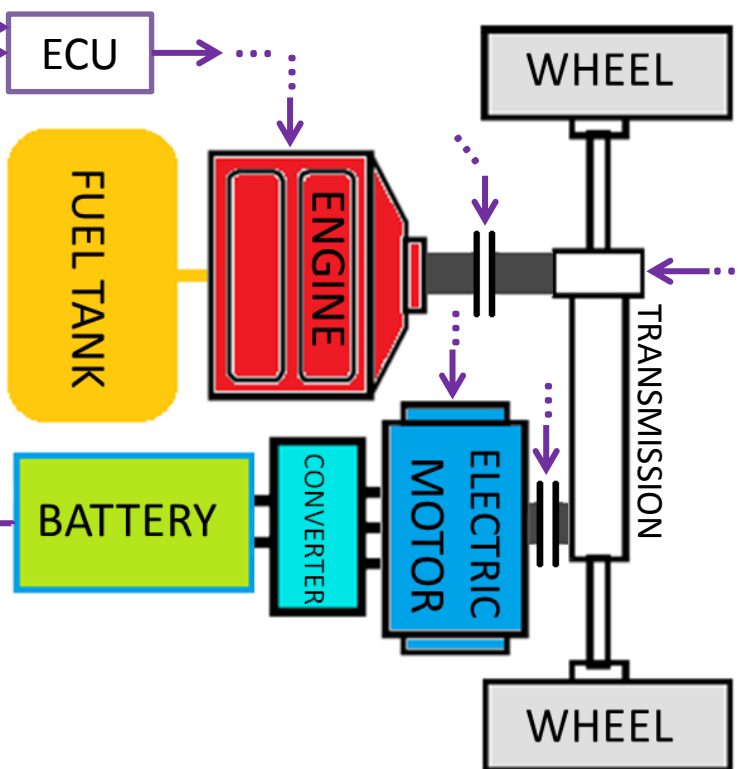
Electric only

Hybrid / electric assist

Battery charging

ICE only

Regenerative braking



Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydyzacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Głównymi wadami pojazdów z napędem równoległym są:

- nie da się umieścić silnika spalinowego w dowolnym miejscu w samochodzie
- nie można ładować akumulatorów, gdy się z nich korzysta
- jazda miejska
- skomplikowanie konstrukcji

- przymus stosowania chłodzenia baterii
- większa masa pojazdu
- skomplikowane przekładnie planetarne

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

- Poziom hybrydyzacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Głównymi zaletami pojazdów z napędem równoległym są:

- + oba silniki mogą dostarczać energię jednocześnie
- + duża moc układu przy małym zużyciu paliwa
- + nie jest konieczne zabudowanie generatora do ładowania baterii
- + odzyskiwanie energii przy hamowaniu
- + brak potrzeby instalowania dużych akumulatorów
- + dostęp do pełnej mocy silnika spalinowego
- + brak konieczności przetwarzania energii mechanicznej w elektryczną

Podział ze względu na:

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

- Strukturę napędu

Series

Power-split /
Series-parallel hybrid

Parallel

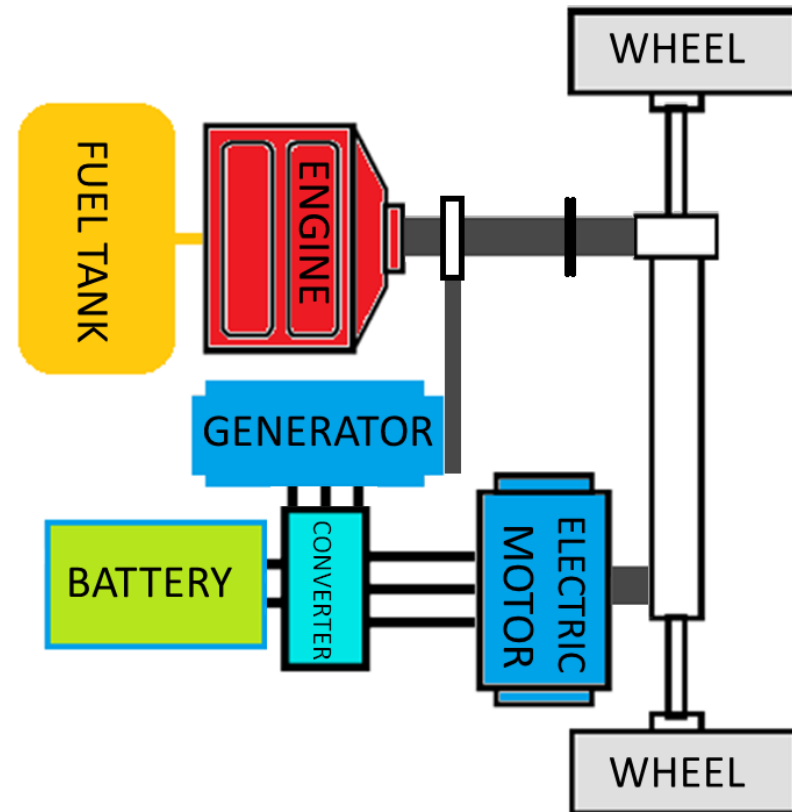
- Poziom hybrydyzacji

Full / Strong hybrid

Mild Hybrids

PHEV

Układ (mieszany) szeregowo – równoległy to
kombinacja układu szeregowego i równoległego



Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

Systemy / Komponenty

ICE

Energy
Accumulators

Generator /
Motor

Other

Przykłady / Opcje

Piston
Engines

Rotary
Engines

Turbines

Sprawność – kryterium porównawcze

Samochody osobowe:

- Diesla - max 41% (typowo 30%)
- Benzynowe - max 37% (typowo 20%)
- Benzynowy < Atkinsona < Diesla

ICE:

- Turbines
- Piston Engines
 - FPE
 - PAMAR
 - Conventional
- Rotary Engines
 - Wankel

Główne straty energii:

- Termodynamiczne (Chłodzenie, Spaliny)
 - górna temperatura
 - objętość do powierzchni
- Mechaniczne (BST , pierścienie, łożyskowanie, pompy, rozrząd, przekładnie, itd ...)

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

Systemy / Komponenty

ICE

Energy
Accumulators

Generator /
Motor

Other

Przykłady / Opcje

Piston
Engines

Rotary
Engines

Turbines

2010 - Premiera Jaguara CX75 wyposażonego w 2 turbiny gazowe

Series

Rolę silnika spalinowego pełnią tutaj dwie turbiny gazowe dostarczające poprzez akumulatory prąd czterem silnikom umieszczonym w piastach kół.

Łączna moc zespołu napędowego wynosi 780 KM, i można ją precyzyjnie rozdzielać pomiędzy wszystkimi napędzanymi kołami.

Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

Systemy / Komponenty

ICE

Energy
Accumulators

Generator /
Motor

Other

Przykłady / Opcje

Piston
Engines

Rotary
Engines

Turbines

Silnik Wankla

- + Ruch obrotowy
- + Kompaktowy
- Kształt komory spalania
- Rozwlekłość KS
- Uszczelnienie

Hybrid vehicle drivetrain

ICE + Electric

Systemy / Komponenty

ICE

Energy Accumulators

Generator / Motor

Other

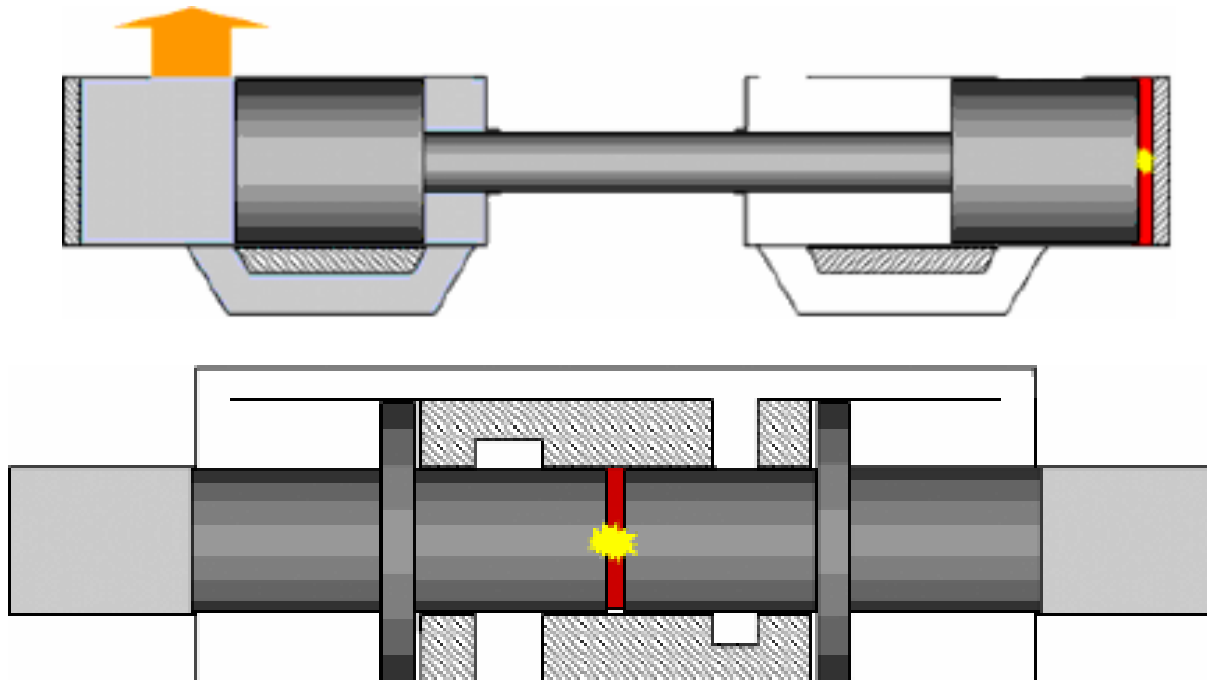
Przykłady / Opcje

Piston Engines

Rotary Engines

Turbines

Free Piston Engine



Hybrid vehicle drivetrain

ICE +
Electric

Systemy / Komponenty

ICE

Energy
Accumulators

Generator /
Motor

Other

Przykłady / Opcje

Piston
Engines

Rotary
Engines

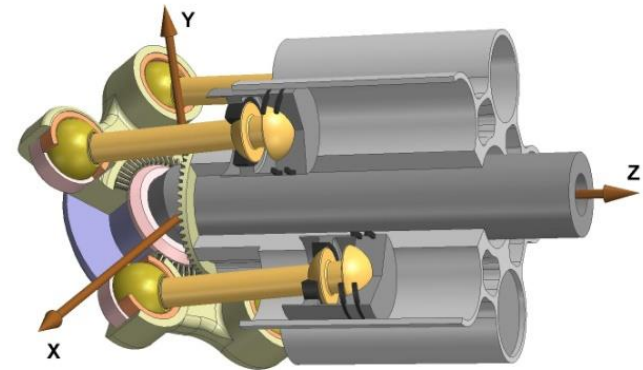
Turbines

Plan

- Stworzenie zespołu konstrukcyjno-badawczego
- Pozyskiwanie środków finansowych na budowanie prototypu
- Realizacja projektu:
„Investigations of Homogeneous Charge Compression Ignition in an innovative barrel engine”
- **Projekt silnika i hamowni**
- Budowa silnika i hamowni
- Rozruch, optymalizacja i stworzenie map dla ECU do pracy na różnych paliwach
- Badania pod kątem uzyskania stabilnej pracy przy HCCI dla różnych paliw (badanie emisyjności)

Założenia

- Może pracować przy wysokich ciśnieniach(300bar)
- Duży prototyp – do testowania w trudnych warunkach
- Praca na różnych paliwach
 - Ciekłe: alkohol, benzyna, ON (GDI, DDI)
 - Gazowe(metan, biogaz, niskokaloryczny gaz)
- VCR system
- VPS (variable phase)
- VVT
- IEGR
- IMEP ~ 30 bar
- Zbliżanie się do adiabatyczności



FUNDUSZE NORWESKIE

Poprzez fundusze norweskie i fundusze EOG Norwegia przyczynia się do zmniejszania nierówności społecznych i ekonomicznych oraz wzmocnienia relacji dwustronnych z państwami beneficjentami w Europie. Norwegia blisko współpracuje z UE na podstawie Porozumienia o Europejskim Obszarze Gospodarczym (Porozumienie EOG).

W okresie 2009–2014 wsparcie udzielone przez Norwecję wynosi 1,788 miliarda euro. Środki te są dostępne dla organizacji pozarządowych, instytucji badawczych i akademickich oraz sektora publicznego i prywatnego w 12 nowoprzyjętych państwach członkowskich UE oraz Grecji, Portugalii i Hiszpanii. Dzięki nim ma miejsce szeroka współpraca z podmiotami z Norwegii, a przedsięwzięcia mogą być wdrażane do 2016 r.

Dziękuję za uwagę