



**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**

Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel

Užitková vozidla s hybridním pohonem

Commercial vehicles with hybrid drive

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
2019**

David BLAŽEK

Studijní program: B2342 TEORETICKÝ ZÁKLAD STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Studijní obor: 2301R000 Studijní program je bezoborový

Vedoucí práce: Ing. Josef Morkus, CSc.

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Blažek** Jméno: **David** Osobní číslo: **465379**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel**
Studijní program: **Teoretický základ strojního inženýrství**
Studijní obor: **bez oboru**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Užitková vozidla s hybridním pohonem.

Název bakalářské práce anglicky:

Commercial vehicles with hybrid drive

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte rešerši dodávkových, nákladních a dalších aplikací užitkových vozidel s hybridním pohonem. Uvedte technické údaje jednotlivých vozidel a druh hybridního pohonu. Vozidla rozdělte do kategorií a uveďte důvod, proč je použit hybridní pohon. Věnujte pozornost nejen minulým a současným vozidlům, ale i vozidlům které budou uváděny na trh v nejbližších letech.

Seznam doporučené literatury:

Předchozí bakalářské práce na obdobná témata, přednášky Hybridní pohony, internet (Hybrid.cz ap.)

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Josef Morkus, CSc., ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **18.04.2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **10.07.2019**

Platnost zadání bakalářské práce:


Ing. Josef Morkus, CSc.
podpis vedoucí(ho) práce


doc. Ing. Oldřich Vítek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry


prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

30.4.2019

Datum převzetí zadání



Podpis studenta

ANOTACE

Jméno autora:	David Blažek
Název BP:	Užitková vozidla s hybridním pohonem
Anglický název:	Commercial vehicles with hybrid drive
Akademický rok:	2018/2019
Ústav:	Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Vedoucí BP:	Ing. Josef Morkus, CSc.
Klíčová slova:	hybridní pohon, užitková vozidla, elektromotor, palivový článěk
Keywords:	hybrid drive, commercial vehicles, electric engine, fuel cell
Bibliografické údaje:	Počet stran 48
	Počet obrázků 39
	Počet tabulek 9
Anotace:	Bakalářská práce obsahuje přehled užitkových vozidel s hybridním pohonem objevujících se v běžném silničním provozu. Popisuje příčiny vzniku hybridních pohonů, druhy uspořádání hybridního pohonu a jednotlivé komponenty hybridního ústrojí. Dále jsou vozidla rozříděna do příslušných kategorií a k jednotlivým užitkovým vozidlům jsou udávány informace týkající se uspořádání hybridního ústrojí a technické údaje.
Annotation:	This work is focused on the review of the current types of commercial vehicles which we can find in daily traffic. Describes the causes of hybrid drive creation, drivetrain layout and parts of hybrid powertrains. Further divides vehicles into categories with specifications.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych velmi rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Josefovi Morkusovi, CSc., za odborný dohled, konzultace, vedení a rady, které mi značně pomohly k vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat svojí rodině za trpělivost a podporu ve studiu.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Užitková vozidla s hybridním pohonem“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Josefa Morkuse, CSc. a s použitím literatury uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze dne

Obsah

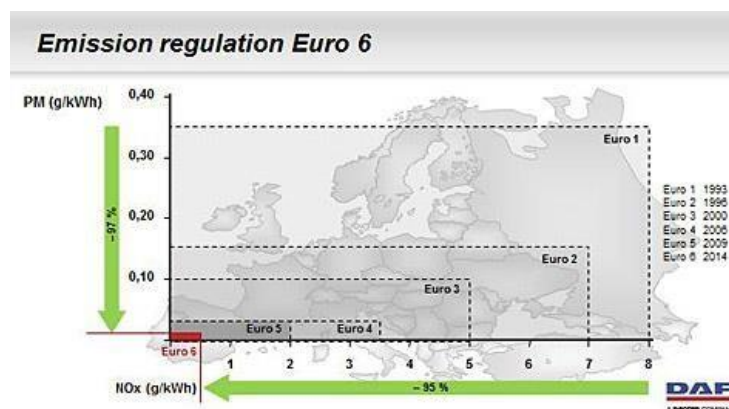
Úvod	1
1. Historie hybridních pohonů.....	2
2. Rozdělení hybridních pohonů.....	3
2.1. Dělení podle toku energie.....	3
2.1.1. Sériové uspořádání	3
2.1.2. Paralelní uspořádání.....	4
2.1.3. Smíšené uspořádání	4
2.2. Dělení podle stupně elektrifikace.....	4
2.2.1. Mikro-hybrid.....	5
2.2.2. Mild-hybrid	5
2.2.3. Full-hybrid.....	5
2.2.4. Plug-in hybrid.....	5
2.2.5. Hybridní elektromobil.....	6
2.2.6. Range extender	6
3. Hlavní komponenty hybridního pohonu.....	6
3.1. Spalovací motor	6
3.2. Elektromotory	6
3.3. Zásobníky energie (akumulátory)	7
3.3.1. Elektrochemické akumulátory (baterie).....	7
3.3.2. Vysokoenergetické kondenzátory	7
3.3.3. Mechanické akumulátory	7
3.3.4. Palivové články	8
3.4. Převodová ústrojí.....	8
3.5. Výkonová elektronika	8
4. Hybridní pohon u užitkových vozidel.....	8
4.1. Lehká užitková vozidla do 3,5 tuny (dodávky).....	9
4.1.1. Ford Transit mHEV.....	9
4.1.2. Ford Transit Custom PHEV.....	9

4.1.3. Chevrolet Express 3500	11
4.1.4. Ford F-150 Pickup Plug-in Hybrid	12
4.1.5. Mercedes-Benz V-Class Plug-In Hybrid	14
4.1.6. Volkswagen Crafter HyMotion	15
4.1.7. Shrnutí	15
4.2. Střední užitková vozidla	16
4.2.1. Isuzu Elf Hybrid	16
4.2.2. Nissan Atlas H43	18
4.2.3. Hino 195h a 195h DC	19
4.2.4. Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid.....	20
4.2.5. Toyota FC Truck	21
4.2.6. Shrnutí	22
4.3. Těžká užitková vozidla	22
4.3.1. Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid	23
4.3.2. DAF LF45 Hybrid	25
4.3.3. MAN TGL 12.220 Hybrid	26
4.3.4. Renault Midlum hybrid.....	28
4.3.5. Volvo FE Hybrid	29
4.3.6. E Moss E.V.E.R rigid truck 18 t.....	30
4.3.7. Scania Plug-in Hybrid truck.....	31
4.3.8. Renault Trucks Urban Lab 2.....	31
4.3.9. Scania Fuel Cell Truck	32
4.3.10. Shrnutí.....	33
4.4. Tahače (Kamiony).....	34
4.4.1. Volvo Concept Truck.....	34
4.4.2. DAF CF Hybrid Innovation Truck.....	35
4.4.3. E Moss E.V.E.R Semi Truck.....	36
4.4.4. NIKOLA ONE, TWO, TRE.....	36
4.4.5. Shrnutí	37
Závěr	38
Použité zdroje	39

Úvod

Hlavními příčinami vzniku vozidel s hybridním pohonem jsou neustále se zpřísnující normy týkající se výfukových plynů, a také ropa jako neobnovitelný zdroj energie. Prognózy udávají, že při současné spotřebě budou zásoby ropy na Zemi vyčerpány do šedesáti až sedmdesáti let. Větším problémem než nedostatek ropy je dostupnost ropných ložisek a efektivita její těžby. Pokud už nebude výhodná pro těžební společnosti, začne cena ropy, a zároveň s ní i cena pohonných hmot výrazně stoupat.

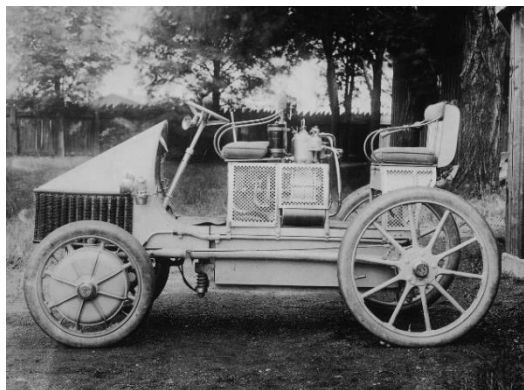
U spalovacích motorů dochází k tvorbě výfukových plynů. Při dokonalém spalování odcházejí z výfuku oxid uhličitý a vodní pára. Oxid uhličitý není přímo zdraví škodlivý, ale vytváří tzv. skleníkový efekt, který způsobuje globální oteplování. Naproti tomu při nedokonalém spalování, např. při „studeném startu“ se vytváří zdraví škodlivý oxid uhelnatý. Dochází k vysokoteplotní oxidaci vzdušného dusíku, což má za následek vznik toxických oxidů dusíku, které se podílí na kyselých deštích. U spalovacích motorů je množství CO_2 přímo úměrné spotřebě paliva. V říjnu 2018 Evropská unie odsouhlasila, že do roku 2030 se mají emise oxidu uhličitého snížit o 37,5 %. Právě na snižování emisí klade Unie velký důraz. V současnosti je v platnosti norma Euro VI pro nákladní automobily a autobusy. Limity výfukových plynů se za 25 let snížily na setinové hodnoty. Pro příklad uvádím vývoj normy Euro X (viz obr. 0-2.). Výrobci automobilů jsou tedy nuceni hledat možnosti, jak snižovat emise, a hybridní pohony díky tomu nabývají na popularitě. Nejedná se však jen o tuto možnost – dalšími alternativami jsou kompletní elektrifikace automobilu či vývoj alternativních pohonů a paliv. [1]



Obr. 0-1.: Vývoj emisní normy Euro X [3]

1. Historie hybridních pohonů

První hybridní vozidlo bylo vyrobeno roku 1899 rakouskou společností Lohner. Jeho vynálezcem byl mladý konstruktér českého původu Ferdinand Porsche, rodák z Vratislavic nad Nisou. Vůz nazývaný Mixte (obr. 2-1) měl zážehový motor využitý k pohonu dynamu, které dobíjelo akumulátory. Elektrická energie z akumulátorů vedla do elektromotorů v předních kolech. V automobilu bychom nenašli žádnou převodovku. Mixte se stal senzací na Světové výstavě v Paříži v roce 1900 a za krátkou dobu se prodalo okolo 300 kusů. Tento vůz můžeme směle považovat za dnešní sériový hybrid. [4]



Obr. 1-1.: první hybridní vozidlo (Mixte) [4]

Jedno z prvních nákladních hybridních vozidel spatřilo světlo světa v roce 1908 ve firmě Geist A.G. Köln. O sedm let později vznikl systém pohonu Dual power. Společnost Woods Motor Vehicles vytvořila v podstatě paralelní hybrid. Při nízkých rychlostech byl využíván elektromotor, zatímco při vyšších rychlostech se spouštěl benzínový agregát. Dalšímu progresu hybridu ztížila cestu levná ropa a vylepšení spalovacích motorů.

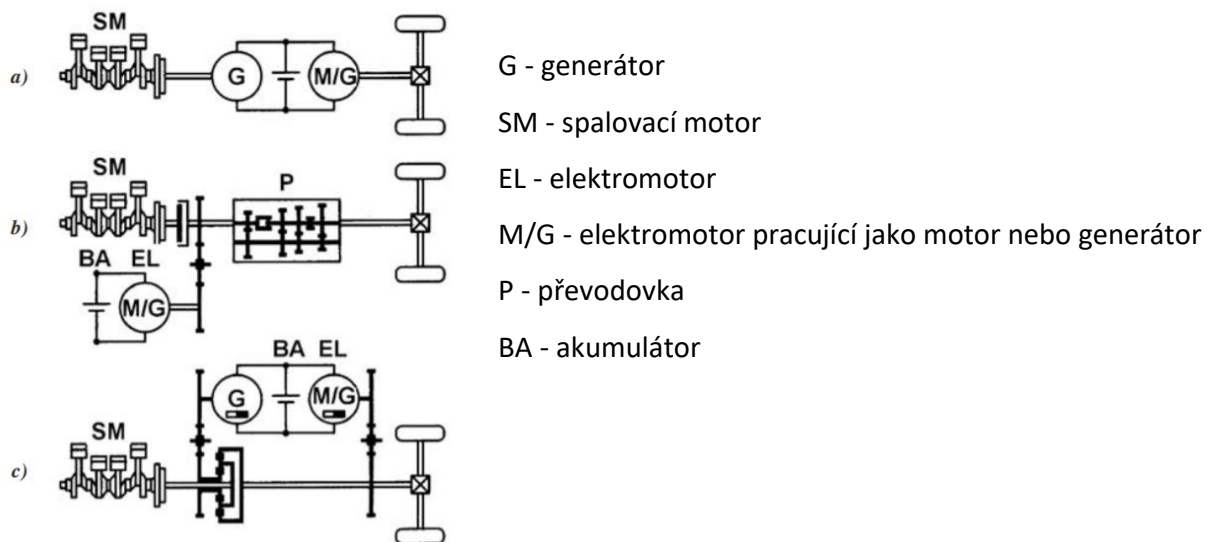
Hybridní pohony se vrátily do úvah konstruktérů až v sedmdesátých letech minulého století. Stála za tím ropná krize, a také stále se zhoršující stav ovzduší (1970 US Clean Air Act). Za zmínku stojí rok 1979, kdy si jistý David Arthurs předělal Opel GT na hybridní pohon a poprvé využil technologii rekuperace, což je proces, kdy při brždění elektromotor generuje elektrickou energii. Na komerční trh se prodraly hybridní pohony na přelomu tisíciletí. Mezi největší zájemce o tento způsob pohonu řadíme Japonsko, které začalo řešit tíživou situaci v otázce znečištění ovzduší. Toyota roku 1997 začala s výrobou modelu Prius, prvního sériově vyráběného automobilu s hybridním pohonem. V Evropě získala stejné prvenství automobilka Audi, která v tomtéž roce (1997) představila Audi Duo III. [1][4]

2. Rozdělení hybridních pohonů

2.1. Dělení podle toku energie

V závislosti na uspořádání jednotlivých komponentů hybridního pohonu (např. spalovacího motoru, elektromotoru, převodovky, baterie, spojky atd.) lze rozdělit tyto pohony do následujících skupin:

- a) sériový hybridní pohon
- b) paralelní hybridní pohon
- c) rozvětvený nebo kombinovaný hybridní pohon



Obr. 2-1.: Uspořádání hybridních pohonů[4]

2.1.1. Sériové uspořádání

Jednotlivé poháněcí komponenty jsou vzájemně poskládány za sebou. Spalovací motor není přímo spojen s hnanými hřídeli kol, ale s generátorem. Hlavní úkol spalovacího motoru tkví v pohonu generátoru, který dobíjí akumulátor. Pohon kol je tedy ryze elektrický a využívá elektrickou energii vytvořenou pomocí spalovacího motoru. Ten může pracovat v ideálních otáčkách s nejvyšší účinností a nedostane se tedy do neekonomických režimů provozu v podobě volnoběhu nebo spodního rozsahu částečných zatížení. Ve srovnání s paralelním uspořádáním je nevýhodou vícenásobná přeměna energie. [5]

2.1.2. Paralelní uspořádání

V paralelním uspořádání mohou pracovat oba pohony nezávisle na sobě. Toto uspořádání existuje v mnoha variantách, přičemž elektromotor může být umístěn v různých konfiguracích. Jako příklad uvedu uspořádání, kdy je spalovací motor připojen přes spojku k hnacímu hřídeli převodovky. Za spojkou je k hnacímu hřídeli připojený také elektromotor, a když je spojka rozepnutá, může jet automobil čistě na elektrický pohon. Při sepnuté spojce může sloužit k pohonu pouze spalovací motor, případně s podporou elektromotorem. Současným působením obou zdrojů je možno při nízkých otáčkách zvýšit tažnou sílu.

V městském provozu je výhodou bezemisní chod, který je zajištěn čistě činností elektrického pohonu. V kombinovaném provozu je spalovací motor stále v běhu, ale při potřebě větší akcelerace - například při předjíždění - poskytne elektromotor vozidlu větší špičkový výkon. [5]

2.1.3. Smíšené uspořádání

Smíšené uspořádání eliminuje některé nevýhody základních koncepcí paralelního a sériového uspořádání. U hybridního pohonu existují různé způsoby uspořádání jednotlivých komponentů. Příkladem je sériový hybrid s propojovací spojkou spalovacího motoru ke kolu. [5]

2.2. Dělení podle stupně elektrifikace

Hybridní pohon se běžně dělí podle stupně hybridizace na tyto kategorie:

- Mikro-hybrid
- Mild-Hybrid
- Full-hybrid
- Plug-in hybrid
- Hybridní elektromobil
- Range extender

2.2.1. Mikro-hybrid

Mikro-hybrid není ve své podstatě vozidlem s hybridním pohonem, protože k jeho pohonu je používán výhradně spalovací motor. Elektrická energie získaná ze standardního alternátoru (12 V) je používána výhradně pro provozní strategii při stání vozidla. Tato funkce se nazývá Start-Stop systém. Mikro-hybridy disponují větší autobaterií se silnějším startérem; jsou využívány k opakovaným startům motoru, který se vypíná při zastavení. Alternátor je schopný velmi omezeně rekuperovat energii a spotřeba v ryze městském provozu se snižuje v rozmezí od 5 procent. [6]

2.2.2. Mild-hybrid

U Mild-hybridu je spalovací motor podporován elektromotorem při zrychlování a ve vysokých výkonech. Při potřebě zastavit je využíváno rekuperační brzdění. V tomto případě nelze využívat samotný elektrický pohon při plynulé jízdě, ale například u parkovacích manévřů ho použít lze. Úspora paliva oproti vozidlům disponujícím jen spalovacím motorem činí 10 až 15 procent. [6]

2.2.3. Full-hybrid

Full-hybrid umožňuje čistě elektrický provoz, jízdu pouze se spalovacím motorem, ale také kombinaci obou dvou pohonů. K dobíjení baterií dochází pomocí rekuperačního brzdění nebo činností spalovacího motoru. Full-hybrid může využívat jakékoliv uspořádání pohonných jednotek. Dojezd na elektrický pohon je ale maximálně do 10 kilometrů. [6]

2.2.4. Plug-in hybrid

Plug-in hybrid funguje na stejném principu jako Full-hybrid, ale přibývá u něj možnost nabíjení akumulátoru z elektrické sítě. Způsoby nabíjení mohou být různé, například skrze konektor připojený do rozvodné sítě nebo formou bezdotykového indukčního nabíjení. Druhá varianta je ve fázi vývoje. Plug-in hybrid disponuje oproti předchozím variantám největší kapacitou baterií, která zvyšuje dojezdovou vzdálenost. Reálné hodnoty dojezdů se pohybují od 30 do 100 kilometrů. [6]

2.2.5. Hybridní elektromobil

Hybridní elektromobil je vozidlo, které po většinu své trasy využívá k pohonu elektromotor. Pokud ale dojde k vybití baterií do takové míry, že vozidlo není schopno pokračovat v trase je vozidlo vybaveno spalovacím motorem, který se mechanicky připojí na hnací hřídel a pohání vozidlo.[1]

2.2.6. Range extender

Range extender neboli prodlužovač dojezdu lze nalézt u vozidel na čistě elektrický pohon. Jedná se o spalovací motor povětšinou s malým zdvihovým objemem okolo 1 litru. Jeho jediným úkolem je dobíjení baterií tak, aby nedošlo k vybití akumulátoru na trase bez možnosti dobít baterie externě.

3. Hlavní komponenty hybridního pohonu

Oproti vozidlům se spalovacím motorem se u vozů s hybridním pohonem objevují další komponenty, jakými jsou například elektromotory či baterie. Obecně lze proto říci, že vozidla s hybridními pohony mají oproti těm s pouze spalovacím motorem větší hmotnost.

3.1. Spalovací motor

V hybridních automobilech zůstává hlavním zdrojem energie palivo v nádrži a hlavní část potřebného výkonu dodává spalovací motor. V těch běžných se používají zejména zážehové spalovací motory, avšak u užitkových vozidel se lze častěji setkat se vznětovými motory. Stojí za tím především vyšší kroutící moment, který je potřebný k tomu, aby vozidlo uvezlo těžký náklad. Světové značky v oblasti nákladních automobilů upravily své vznětové motory pro použití biopaliv, například HVO či bionafty. [1]

3.2. Elektromotory

Hlavním typem elektromotoru používaného v hybridech je synchronní motor s permanentními magnety. Motory mohou být střídavé i stejnosměrné a oproti indukčním motorům jsou přibližně o 30 % lehčí. Jejich další výhodou je vyšší účinnost, která se pohybuje

od 93 do 97 %. Méně využívanými synchronními elektromotory zůstávají reluktanční či ESM motory (externě buzené synchronní motory). [1]

3.3. Zásobníky energie (akumulátory)

Účelem zásobníků energie je akumulovat kinetickou energii při brzdění (rekuperace) a přebytečnou energii spalovacího motoru. U Plug-in hybridu se akumuluje energie ze sítě. Tu pak automobil využívá při zvýšených jízdních odporech, například při akceleraci, jízdě ve stoupání, rozjezdech a podobně. [1]

3.3.1. Elektrochemické akumulátory (baterie)

Tyto akumulátory jsou schopny hromadit elektrickou energii ve formě energie chemické a umožňují opakované nabití a vybití. Akumulátorů používaných v hybridech je velké množství. Jako příklad uveďme olověné, nikl-kadmiové, nikl-metal hybridový (Ni-MH) lithium-iontové (Li-ion) či lithium-polymerové. Baterie jsou seřazeny podle historického vývoje, přičemž v současné době se nejvíce používají Li-ion baterie. [1]

3.3.2. Vysokoenergetické kondenzátory

Vysokoenergetické kondenzátory pracují na stejném principu jako ty běžné, to znamená, že jsou schopné uchovat elektrický náboj. Používá se pro ně zkratka EDLC (Electric Double Layer Capacitor). Účinnost vysokoenergetických kondenzátorů se může pohybovat až na hranici 98 %. Jejich výhodami jsou vysoká hustota výkonu nebo vysoký proud, oproti tomu mají velmi malou hustotu energie a nízké nominální napětí. Neobsahují žádné těžké kovy, takže můžeme říci, že jsou ekologické. [1]

3.3.3. Mechanické akumulátory

U tohoto způsobu ukládání mechanické energie se využívají setrvačníky. Při brzdění je jimi kinetická energie předávána a později využita pro další jízdu. Výhodami mechanických akumulátorů jsou jejich vysoká životnost a spolehlivost i při nízkých teplotách, za nevýhodu je naopak nutno označit gyroskopický moment, kvůli kterému se klade důraz na správnou zástavbu do vozidla. [1]

3.3.4. Palivové články

Palivové články nelze přímo považovat za akumulátory, elektrická energie se v nich totiž neukládá. Odvíjí se v nich přeměna chemické energie vodíku a kyslíku na elektrickou energii. Palivový článek se skládá z elektrod, elektrolytu a elektrického okruhu. Přeměna probíhající na elektrodách pomocí katalytických reakcí funguje na bázi opačného principu elektrolýzy vody. Na elektrodách se vytváří potenciál zhruba kolem 1 voltu. K dosažení potřebného vyššího napětí se články uspořádávají do svazků. Palivem je vodík v kapalném či plynném stavu, anebo paliva obsahující vodík, který se z nich uvolňuje takzvaným reformovacím procesem. [1]

3.4. Převodová ústrojí

Hybridní užitková vozidla využívají stupňové převodovky, které jsou většinou poloautomatické nebo automatické. Dále se využívají CVT převodovky, které jsou schopny plynule měnit převodový poměr. Můžeme je připodobnit k variátoru. [1]

3.5. Výkonová elektronika

Pomocí výkonové elektroniky se střídavý proud, který vytváří generátor, mění na stejnosměrný, se kterým pracují akumulátory. Stejná operace probíhá i opačně, kdy se stejnosměrný proud mění na ten střídavý, který pohání elektromotor. [1]

4. Hybridní pohon u užitkových vozidel

V této kapitole představím konkrétní užitková vozidla s hybridním pohonem a rozdělím je do jednotlivých kategorií. Do každé z nich zařadím vozy, které se v posledních letech objevily na trhu se standardní kombinací spalovacího motoru a elektromotoru, a dále uvedu koncepty, které byly představeny na různých autosalonech, v novinových článcích či na internetu. U jednotlivých kategorií se na konci budu věnovat vozidlům s nestandardním pohonem, většinou pak těm s palivovými články. Technické údaje jednotlivých vozidel jsem shrnul do tabulek. V případě, že bude v tabulce u hodnoty uvedena pomlčka, znamená to, že takový údaj není v dostupných zdrojích k dohledání. U některých vozidel, o kterých v této práci pojednávám, není tabulka z důvodu nedostatku informací uvedena vůbec.

4.1. Lehká užitková vozidla do 3,5 tuny (dodávky)

Lehká užitková vozidla s hybridním pohonem našla své využití v městském provozu s velkým množstvím zastávek a následných rozjezdů. Časté brzdění se využívá k rekuperaci energie. Získaná energie se uloží do baterií a elektromotor pak může pomáhat při rozjezdu, případně zajistit samotnou jízdu.

4.1.1. Ford Transit mHEV

Nejprodávanější značka užitkových automobilů představila na hannoverském autosalonu v roce 2018 nový model Transit s mild-hybridním pohonem. Hlavním pohonem je vznětový motor 2.0 EcoBlue o výkonu 136 kW, který je schopen vyvinout kroučící moment 415 Nm. Místo běžného alternátoru nalezneme v Transitu mHEV startér-generátor, který je poháněn řemenem. U tohoto modelu se energie získaná rekuperačním brzděním primárně využívá pro snížení spotřeby, ale může rovněž dopomoci motoru k lepšímu zrychlení při nízkých otáčkách. V městském provozu, kde neustále dochází k zastavování a rozjezdům, se může spotřeba paliva snížit až o 8 %. [7]

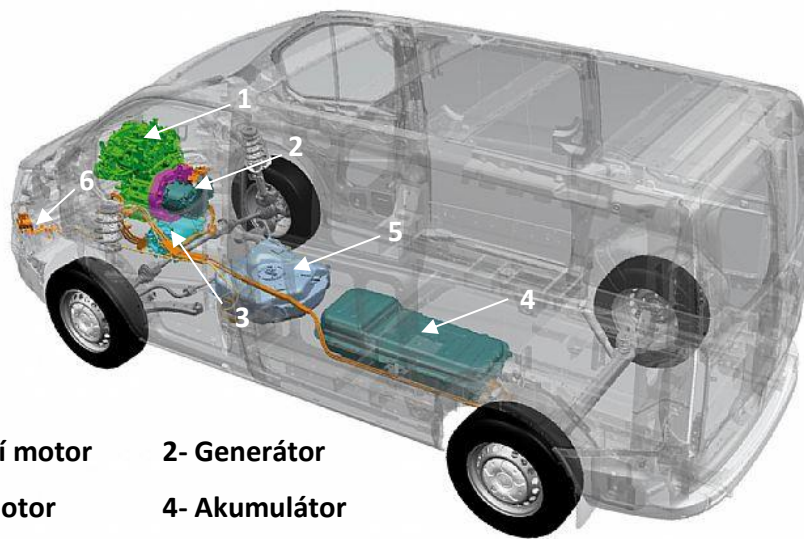


Obr. 4-1.: Ford Transit mHEV [7]

4.1.2. Ford Transit Custom PHEV

Transit Custom plug-in hybrid je dalším typem vozu, který společnost Ford v Hannoveru loni představila. Tento model využívá čistě elektrický pohon. Při vyčerpání kapacity baterií se zapne zážehový motor 1.0 EcoBoost, který neslouží k pohonu vozidla, ale výhradně k dobíjení baterií. Slouží tedy jako range extender. Bezemisního chodu s využitím čistě elektrického pohonu je vozidlo schopno do vzdálenosti 50 kilometrů. Automobilka Ford se rozhodla testovat vozy v reálném provozu. Například v Londýně slouží mnoha zákazníkům od

rozvážkových firem až po policii. V městském provozu najezdily přes 50 000 kilometrů a nashromáždily mnoho dat. Takto získaná data Ford analyzuje a využije je pro optimalizaci hybridního pohonu. Prodej modelu Custom PHEV by měl začít ve druhé polovině roku 2019. [8][9]



- | | |
|---------------------------|----------------------|
| 1- Spalovací motor | 2- Generátor |
| 3- Elektromotor | 4- Akumulátor |
| 5- Palivová nádrž | 6- Nabíjení |

Obr. 4-2.: Uspořádání hybridního pohonu Ford Transit Custom PHEV [8]



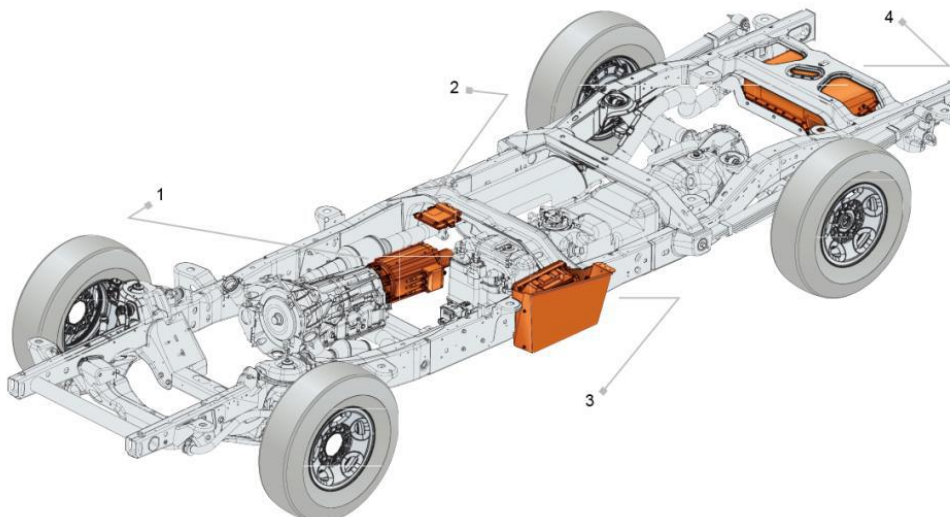
Obr. 4-3.: Ford Transit Custom PHEV [9]

4.1.3. Chevrolet Express 3500

Společnost XL hybrid předělává běžně dostupné lehké užitkové vozy se spalovacím motorem na vozidla s pohonem hybridním. Výrobce udává, že se díky zabudování hybridního pohonu sníží spotřeba automobilu až o 25 %. U dodávky Chevrolet Express 3500 je zážehový motor o objemu 4,3 litru doplněn elektromotorem o výkonu 40 kW. Elektromotor je nezvykle umístěn až za převodku. [10][11]



Obr. 4-4.: Chevrolet Express 3500 [10]



- | | |
|--------------------|-------------|
| 1. elektromotor | 3. invertor |
| 2. jednotka řízení | 4. baterie |

Obr. 4-5.: Uspořádání pohonu Chevrolet Express 3500 [10]

Tab. 4-1.: Specifikace Chevrolet Express 3500 [10]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	GM Standard 90° V6
	Druh	Zážehový
	Zdvihový objem	4,3 l
	Výkon	370 kW/5200ot/min
	Točivý moment	850Nm/3900ot/min
Elektromotor	Druh	Střídavý motor s perm. mag
	Výkon	40 kW
	Točivý moment	300 Nm
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	1,8 kWh
Celková hmotnost	2,85 t	

4.1.4. Ford F-150 Pickup Plug-in Hybrid

Ford F-150 Pick-up je dalším vozidlem, které firma XL Hybrid nabízí k přestavbě. Tento model má nově verzi plug-in. Jeho baterie je tedy možno dobíjet rekuperačně, ale i ze sítě. Nabíjení se dá provádět ve dvou režimech: rychlejším pětihodinovým a pomalejším dvanáctihodinovým. Hybridní přestavba ve verzi plug-in je schopna prodloužit dojezd vozidla až o 50 %. [12][13]



Obr. 4-6.: Ford F-150 Pickup XL hybrid [12]



- 1 elektromotor
- 2 box skládající se z:
 - baterií
 - pohonných jednotek
 - jednotek řízení

Obr. 4-7.: Uspořádání pohonu Ford F-150 Pickup XL hybrid [12]

Tab. 4-2.: Specifikace Ford F-150 Pickup XL Hybrid [12]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	EcoBoost Twin Turbo V-6
	Druh	Zážehový
	Zdvihový objem	2,7 l
	Výkon	240 kW/5000ot/min
	Točivý moment	542Nm/2750ot/min
Elektromotor	Druh	Střídavý motor s perm. mag
	Výkon	40 kW
	Točivý moment	300 Nm
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	15 kWh
Celková hmotnost	2,4 t	

4.1.5. Mercedes-Benz V-Class Plug-In Hybrid

Automobilová značka Mercedes-Benz představila tento svůj koncept v roce 2015 na autosalonu v Ženevě. Jedná se o plug-in hybrid. Pod kapotou se pyšní kombinací benzínového čtyřválcového motoru s výkonem 155 kW a elektromotoru o výkonu 90 kW. Elektromotor napájí lithio-iontové baterie a německá automobilka uvádí, že kapacita baterií je až 13,5 kWh. Čistě na elektrický pohon je dodávka schopna dojet až 50 kilometrů, proto se dokonale hodí do městského provozu, kde je vyvíjena snaha omezit množství výfukových plynů. Při kombinaci obou pohonů je výrobcem udávaná spotřeba vozu 3.0 l/100 km, což odpovídá pouze 71 g CO₂ na kilometr. [14]



Obr. 4-8.: 1.1.1. Mercedes-Benz V-Class Plug-In Hybrid [14]



Obr. 4-9.: Ukázka plug-in nabíjení [14]

4.1.6. Volkswagen Crafter HyMotion

Na autosalon v Hannoveru v roce 2018 přivezla svůj koncept také společnost Volkswagen. Crafter HyMotion vychází z modelu e-Crafter. Využívá čistě elektrický pohon, ale oproti e-Crafteru je doplněna palivovým článkem. Jako zdroje energie využívá akumulátor o kapacitě 13,1 kWh a nádrž schopnou pojmout 7,5 kg vodíku. Při průměrné spotřebě vodíku 1,4 kg na 100 km se dojezd vozidla pohybuje až okolo hranice 500 kilometrů. Tento koncept zatím nemíří přímo do sériové výroby, problémem je totiž nevyhovující infrastruktura vodíkových stanic. V České republice je zatím pouze jediná vodíková stanice a najdeme ji v Neratovicích. Německo má v současnosti zhruba 50 stanic. [15][16]



Obr. 4-10.: Volkswagen Crafter HyMotion [15]

4.1.7. Shrnutí

Jedním z hlavních důvodů použití hybridního pohonu v této kategorii jsou stále zpřísnující se emisní normy. Podle mého názoru dávají automobilové společnosti daleko větší prostor vývoji dodávek pouze na elektrický pohon. Přidáním elektrického pohonu ke spalovacímu motoru totiž přijde vozidlo o část užitného prostoru, který může využít k přepravě většího množství nákladu. Nízká hmotnost vozidla omezuje množství elektrické energie získané pomocí rekuperačního brzdění. Jedinou výhodou tedy představuje částečný bezemisní provoz, který se uplatní v centrech velkých měst, bude-li muset vozidlo zásobovat právě tyto lokality.

4.2. Střední užitková vozidla

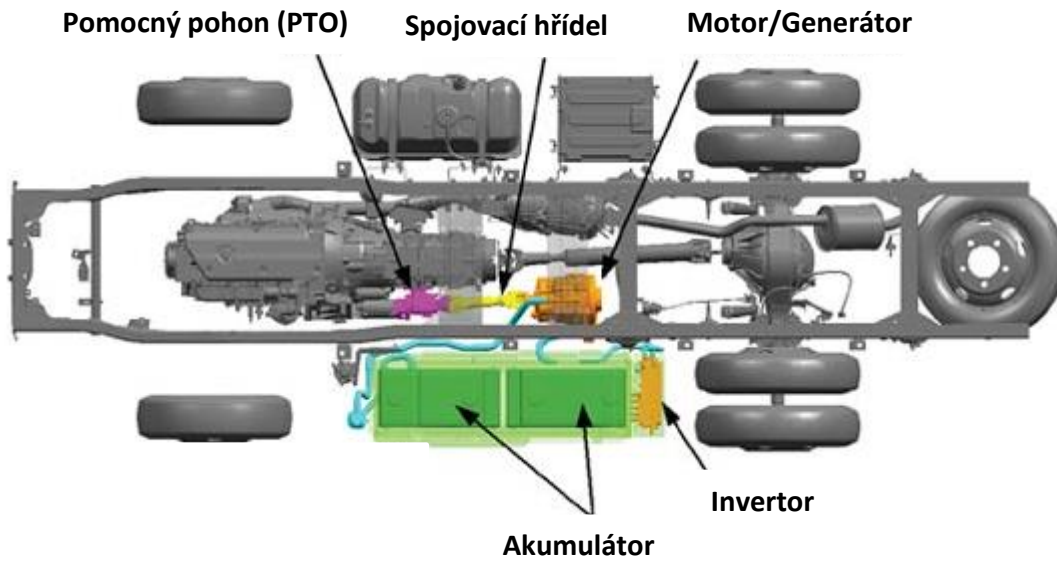
Vozidla z této skupiny jsou schopna dopravit náklad do vzdáleností okolo 70 kilometrů a pohybují se tedy velmi často v městském provozu. V Evropě se nachází přes 220 měst, kde existují takzvané nízkoemisní zóny. Většinou jsou situována do center měst, kam mají zakázaný vjezd automobily s vysokým emisním limitem. Hybridní pohon u těchto vozidel je optimálním řešením. Některá z nich jsou schopna jet část trasy s redukovanými emisemi, nebo čistě na elektrický pohon.

4.2.1. Isuzu Elf Hybrid

Společnost Isuzu Motor Ltd. je jedním z nejstarších japonských výrobců osobních a nákladních automobilů. Model Isuzu Elf představila na trhu už v roce 1959 a v roce 2005 přidala automobilka do jeho nabídky vedle klasického vznětového motoru také hybridní pohon. Diesel-elektrický pohon zajišťuje vznětový motor o výkonu 95 kW a elektromotor o výkonu 25,5 kW. Elektromotor je připojený jako pomocný pohon druhou kardanovou hřídelí k převodovce. Jedná se o „paralelní Mild-hybrid“. Podle výrobce je hlavní výhodou hybridního pohonu snížení emisí až o 25 %. V současné době už se ale Isuzu Elf Hybrid nevyrábí. [17][19]



Obr. 4-11.: Isuzu Elf Hybrid [18]



Obr. 4-12.: Schéma uspořádání pohonu Isuzu Elf Hybrid [19]

Tab. 4-3.: Specifikace Isuzu Elf Hybrid [20]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	<i>Model motoru</i>	4HL1
	<i>Druh</i>	Vznětový
	<i>Zdvihový objem</i>	4,8 l
	<i>Výkon</i>	95 kW / 3000 ot/min
	<i>Točivý moment</i>	334 Nm / 1500 ot/min
Elektromotor	<i>Druh</i>	-
	<i>Výkon</i>	40 kW
	<i>Točivý moment</i>	-
Akumulátor	<i>Druh</i>	Li-ion
	<i>Kapacita</i>	1,8 kWh
Celková hmotnost	5,5 t	

4.2.2. Nissan Atlas H43

Společnost Nissan se v současné době řadí mezi nejproduktivnější výrobce automobilů v Japonsku. Hlavním proudem jejich produkce jsou osobní automobily a lehká užitková vozidla. Model Atlas H43 představili konstruktéři Nissanu v roce 2007. Vyráběl se pod značkou Nissan automobilkou Isuzu. Není proto zvláštní, že model Atlas H43 využívá hybridní systém navržený pro Isuzu Elf Hybrid. Jedná se také o „paralelní Mild-hybrid“. Výrobce udává snížení spotřeby paliva o 10–15 % v městském provozu oproti běžné čistě vznětové verzi. Také výroba Nissanu Atlas H43 byla ale již ukončena. [19]



Obr. 4-13.: Nissan Atlas H43 [19]

Obr. 4-14.: Specifikace Nissan Atlas H43 [19]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	<i>Model motoru</i>	4JJ1-TCS
	<i>Druh</i>	Vznětový
	<i>Zdvihový objem</i>	3 l
	<i>Výkon</i>	110 kW / - ot/min
	<i>Točivý moment</i>	375 Nm / - ot/min
Elektromotor	<i>Druh</i>	-
	<i>Výkon</i>	25 kW
	<i>Točivý moment</i>	278 Nm
Akumulátor	<i>Druh</i>	Li-ion
	<i>Kapacita</i>	5,5 Ah
Celková hmotnost	6 t	

4.2.3. Hino 195h a 195h DC

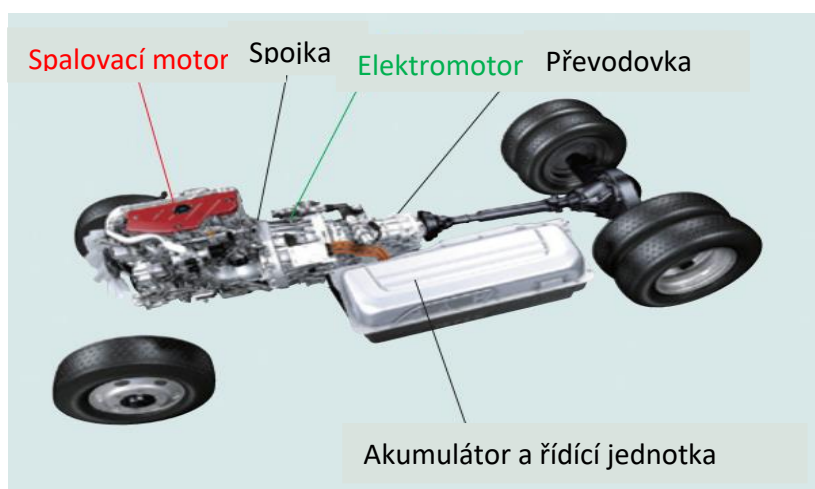
Společnost Hino je japonský výrobce, který se specializuje na nákladní automobily a autobusy. Od roku 1967 patří k ceněným součástem koncernu Toyota Group, ovšem v Evropě se nedočkal velké popularity. Hlavní trhy našel doma v Japonsku, v jihovýchodní Asii a v Austrálii. První hybridní autobus vznikl již v roce 1991 a o deset let později se k němu přidal také první hybridní nákladní automobil. Současná modelová řada Hino 195h představuje už šestou generaci vozidel, kterou lze podle uspořádání pohonu označit za „paralelní Full-Hybrid“. Automobilka vyrábí model Hino 195h ve dvou verzích. Typ 195h má klasickou trojmístnou kabinu, zatímco ve verzi 195h Double Cabin je kabina rozšířena o další řadu sedadel. Hybridní pohon je schopen dosáhnout až pětadvacetiprocentní úspory paliva. [21]



Obr. 4-16.: Hino 195h [21]



Obr. 4-16.: Hino 195h DC [21]



Obr. 4-17.: Uspořádání hybridního ústrojí Hino 195h [23]

Tab. 4-4.: Specifikace Hino 195h [22]

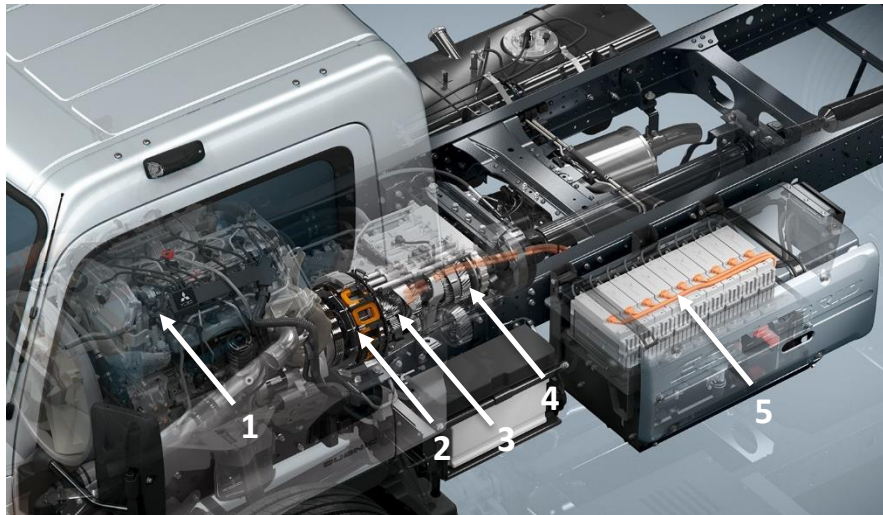
Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	HINO JO5E-UG
	Druh	Vznětový
	Zdvihový objem	5 l
	Výkon	156 kW/2500ot/min
	Točivý moment	597 Nm/1500ot/min
Elektromotor	Druh	-
	Výkon	36 kW
	Točivý moment	350 Nm
Akumulátor	Druh	Ni-MH
	Kapacita	-
Celková hmotnost	8,8 t	

4.2.4. Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid

Hybridní model Canter Eco Hybrid vychází z dílen společnosti Mitsubishi Fuso Truck and Bus, která spadá pod německou firmu Daimler AG. Tento rozvážkový hybrid využívá kombinaci vznětového motoru o objemu 3 l a elektromotoru s výkonem 40 kW. Je vyráběn ve dvou rozměrových verzích: kratší disponuje rozvorem kol 3400 mm, delší má rozvor kol 3850 mm. Tento "Full-hybrid" využívá paralelní koncepci hybridního pohonu. Rozdíl v jeho ústrojí oproti výše popisovanému vozu Hino 195h je v tom, že se spojka nachází až za elektromotorem. Při rozjezdech je tak přednostně využíván elektromotor. Naproti tomu při delší plynulé jízdě pracuje pouze vznětový motor, který se pohybuje v optimální oblasti spotřeby paliva. Úspora paliva činí 23 % oproti běžnému modelu se spalovacím motorem. [24][25]



Obr. 4-18.: Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid [26]



- 1 - Spalovací motor 3 - Spojka
 2 - Elektromotor/Generátor 4 - Automatická převodovka DUONIC
 5 - Akumulátor

Obr. 4-19.: Uspořádání pohonu Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid [26]

Tab. 4-5.: Specifikace Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid [25]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	4P10
	Druh	Vznětový
	Zdvihový objem	3 l
	Výkon	110 kW / 3500 ot/min
	Točivý moment	370 Nm / 1320 ot/min
Elektromotor	Druh	Střídavý s perm. magnety
	Výkon	40 kW
	Točivý moment	200 Nm
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	2 kWh
Celková hmotnost	7,5 t	

4.2.5. Toyota FC Truck

Společnost Toyota a obchodní řetězec 7-eleven přišly s konceptem rozvážky chlazeného a mraženého zboží pomocí aut na vodíkový pohon. Palivové články by měly být pomocí vodíku schopny vyprodukovat dostatek energie k dojezdové vzdálenosti okolo 200 kilometrů, přičemž k tomu postačí tři nádrže s vodíkem o hmotnosti 7 kilogramů. Vůz bude disponovat výkonem 114 kW. [27]



Obr. 4-20.: Toyota FC Truck [27]

4.2.6. Shrnutí

Z kategorie středně těžkých užitkových vozidel jsou v současnosti na trhu dva automobily, a to Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid a Hino 195h. Oba vozy mají typické uspořádání hybridního pohonu, kdy jsou na jedné hřídeli za sebou poskládány spalovací motor, elektromotor a převodovka. Příslušenství elektromotoru s akumulátorem je připevněno na šasi ze strany vozidla. Ústředními důvody využití hybridního pohonu u středně těžkých užitkových vozidel jsou alternativa rekuperace brzděné energie, snížení emisí a jednoduchá možnost zabudování pohonu do vozidla. Úspora paliva oproti běžným vozům pouze se spalovacím motorem se pohybuje kolem hranice 20 %.

4.3. Těžká užitková vozidla

Výhody hybridního pohonu u této kategorie vozidel nacházejí plné využití v městském provozu. První důležitou výhodou - snížení spotřeby paliva až o 25 % - náležitě ocení majitelé rozvážkových firem, kterým se díky tomu sníží náklady. Ruku v ruce s tím jde samozřejmě další devíza: snížení emisí v centrech měst.

4.3.1. Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid

Prestižní automobilová značka Mercedes-Benz spadá pod německou společnost Daimler AG, která se řadí k největším výrobcům automobilů na světě. Zabývá se nejen výrobou užitkových vozidel všech velikostních typů, ale také produkcí osobních automobilů a autobusů. Užitkový vůz Mercedes-Benz Atego sjel poprvé z linky v roce 1998 a rázem se stal jedním z nejprodávanějších užitkových vozů ve své kategorii na evropském trhu. O deset let později (2008) byl na autosalonu představen model s hybridním pohonem Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid. Jeho výhody otestoval Daimler ve spolupráci se společností Deutsche Post DHL, která využívala 5 prototypů pro rozvoz balíků. V roce 2011 odstartovala sériová výroba tohoto hybridního modelu.

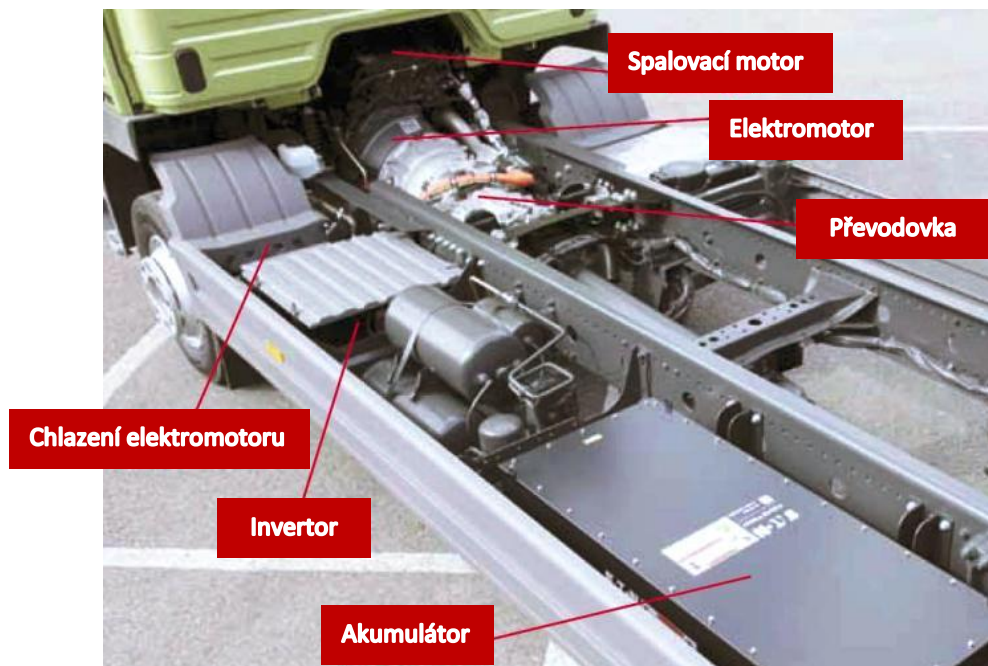


Obr. 4-21.: Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid [29]

Hybridní pohon je u něj tvořen čtyřválcovým vznětovým motorem o objemu 4,8 l s výkonem 160 kW a vodou chlazeným elektromotorem o výkonu 44 kW. Elektromotor je umístěn mezi motor oddělený spojkou a automatickou převodovkou. Toto uspořádání umožňuje využití obou pohonů současně i každého zvlášť. Jedná se o „paralelní Full-hybrid“. Oproti čistě dieselovému pohonu se spotřeba paliva a množství výfukových plynů snížily o 15 %. V současné době už se ale model Atego s hybridním pohonem nevyrábí. [28]

Tab. 4-6.: Specifikace Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid [30]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	Mercedes-Benz OM924LA diesel
	Druh	Vznětový
	Zdvihový objem	4,8 l
	Výkon	160 kW / 1600 ot/min
	Točivý moment	810 Nm / 2200 ot/min
Elektromotor	Druh	Střídavý s perm. magnety
	Výkon	44 kW
	Točivý moment	420 Nm
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	1,9 kWh
Celková hmotnost	12 t	



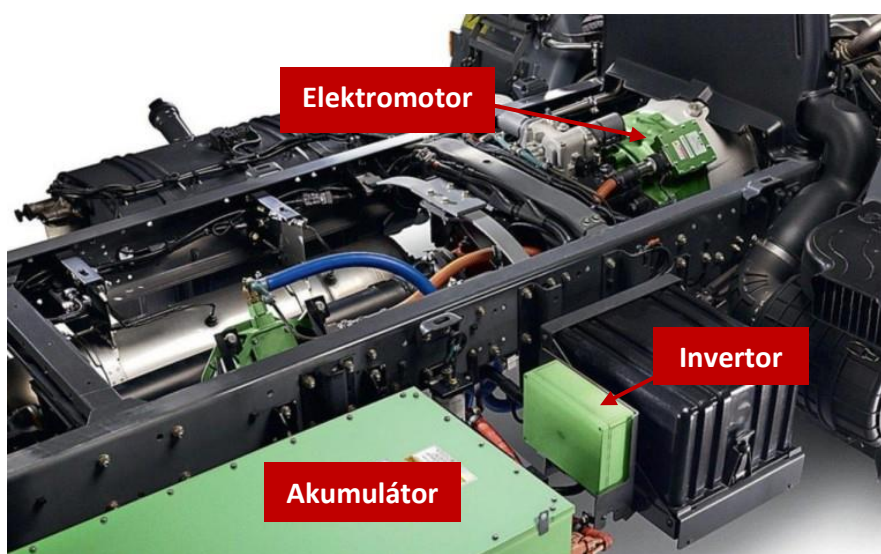
Obr. 4-22.: Uspořádání hybridního pohonu Mercedes-Benz Atego BlueTech Hybrid [31]

4.3.2. DAF LF45 Hybrid

Nizozemská automobilka DAF patřící do amerického koncernu PACCAR představila v roce 2010 na autosalonu v Hannoveru model LF45 s hybridním pohonem. Jeho sériová výroba započala v prosinci 2010 v britském závodě Leyland Trucks. Hybridní ústrojí tvoří vznětový motor o zdvihovém objemu 4,5 l s výkonem 118 kW a elektromotor s výkonem 44 kW. Elektromotor je umístěn mezi spalovací motor a automatickou šestistupňovou převodovku Eaton. Na čistě elektrický pohon bylo vozidlo schopno urazit až 2 kilometry. Jednalo se tedy o „paralelní Full-hybrid“. Uvádím to v minulém čase, protože model DAF LF už se nevyrábí s hybridním pohonem. [33]



Obr. 4-23.: DAF LF45 Hybrid [32]



Obr. 4-24.: Uspořádání hybridního pohonu DAF LF Hybrid [32]

Tab. 4-7.: Specifikace DAF LF45 Hybrid [33]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	<i>Model motoru</i>	PACCAR FR118
	<i>Druh</i>	Vznětový
	<i>Zdvihový objem</i>	4,5 l
	<i>Výkon</i>	118 kW / 1900 ot/min
	<i>Točivý moment</i>	600 Nm / 1200 – 1800 ot/min
Elektromotor	<i>Druh</i>	Střídavý s perm. magnety
	<i>Výkon</i>	44 kW
	<i>Točivý moment</i>	420 Nm
Akumulátor	<i>Druh</i>	Li-ion
	<i>Kapacita</i>	1,9 kWh
Celková hmotnost	12 t	

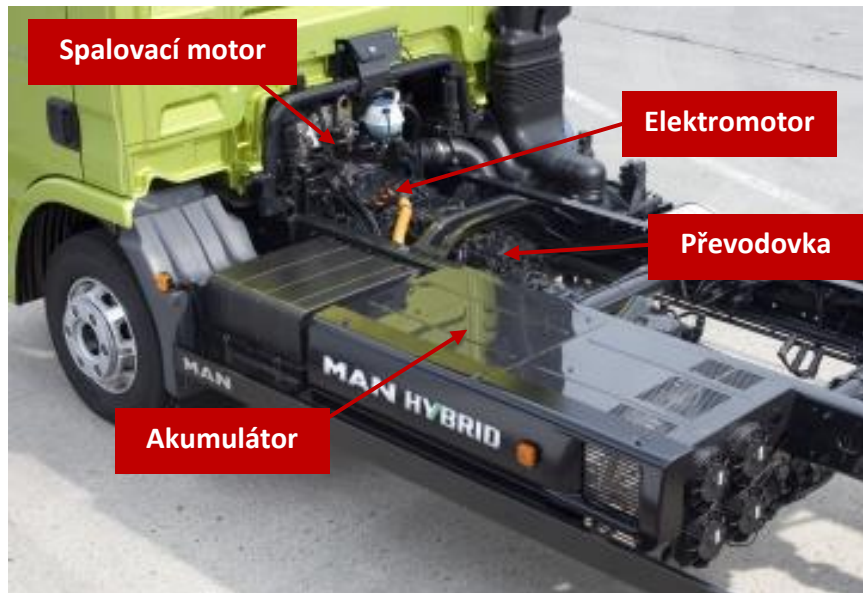
4.3.3. MAN TGL 12.220 Hybrid

MAN AG je německá společnost pod křídly koncernu Volkswagen Group. Zabývá se výrobou nákladních automobilů, autobusů a dalších komponentů. Na už zmíněném autosalonu v Hannoveru v roce 2010 představila hybridní verzi modelu TGL. Hybridní



Obr. 4-25.: MAN TGL Hybrid [35]

soustavu tvoří čtyřválcový vznětový motor o výkon 161 kW a elektromotor s výkonem 60 kW. Ten je zabudovaný mezi šestistupňovou převodovku a spalovací motor. Jedná se o „paralelní Full-hybrid“. Výrobce udává předpokládanou úsporu paliva 15 % oproti běžné vznětové verzi. Hybridní verze byla testována společností Arndt vyrábějící hygienické potřeby, ovšem k sériové výrobě nikdy nedošlo. [34][35]



Obr. 4-26.: Uspořádání hybridního pohonu MAN TGL Hybrid [34]

Tab. 4-8.: Specifikace MAN TGL Hybrid [34][35]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	<i>Model motoru</i>	D0834
	<i>Druh</i>	Vznětový
	<i>Zdvihový objem</i>	- l
	<i>Výkon</i>	162 kW / - ot/min
	<i>Točivý moment</i>	850Nm/1300-1800ot/min
Elektromotor	<i>Druh</i>	-
	<i>Výkon</i>	60 kW
	<i>Točivý moment</i>	425 Nm
Akumulátor	<i>Druh</i>	Li-ion
	<i>Kapacita</i>	2 kWh
Celková hmotnost	12 t	

4.3.4. Renault Midlum hybrid

Renault Trucks je francouzská automobilní společnost spadající od roku 2011 do koncernu Volvo Group. Hlavní směr její produkce se ubírá cestou užitkových vozů všech hmotnostních kategorií, ale zabývá se také výrobou vojenských automobilů. V minulosti se v jejich portfoliu nacházely i autobusy, ale v současnosti už se nevyrábí. Hybridní model vznikl v rámci projektu, který byl součástí technologické spolupráce mezi firmami Renault Trucks, PVI and IFP Energies nouvelles.

Sériové uspořádání hybridního pohonu umožňuje pouze jízdu na elektrický pohon. Obstarává ji synchronní elektromotor s permanentními magnety o výkonu 103 kW od společnosti PVI (Power Vehicle Innovation). Ten odebírá energii z akumulátoru tvořeného Li-ion bateriemi s kapacitou 85 kWh. Spalovací motor zde slouží pouze k dobíjení baterií pomocí 70 kW generátoru. Vozidlo rovněž využívá rekuperačního brzdění k získání elektrické energie, kterou uschová v bateriích pro další využití. Akumulátor může být nabit také externě pomocí konektoru se třemi fázemi a napětím 380 V. Doba úplného nabití se pohybuje okolo 4 hodin. Podle uspořádání pohonu a díky možnosti externího nabití jde o „sériový plug-in“ hybrid. Dojezd vozidla ryze na elektrický pohon, tedy s vypnutým spalovacím motorem, je uváděn do 60 kilometrů, celková dojezdová vzdálenost se pohybuje okolo 400 kilometrů.

Vozidlo bylo testováno v roce 2014 v Paříži, kde sloužilo přepravní společnosti Norbert Dentressangle. Jeho využití se odvíjelo čistě v rámci projektu a k sériové výrobě toho modelu nikdy nedošlo. [36]



Obr. 4-27.: Renault Midlum hybrid [36]

Tab. 4-9.: Specifikace Renault Midlum hybrid [36]

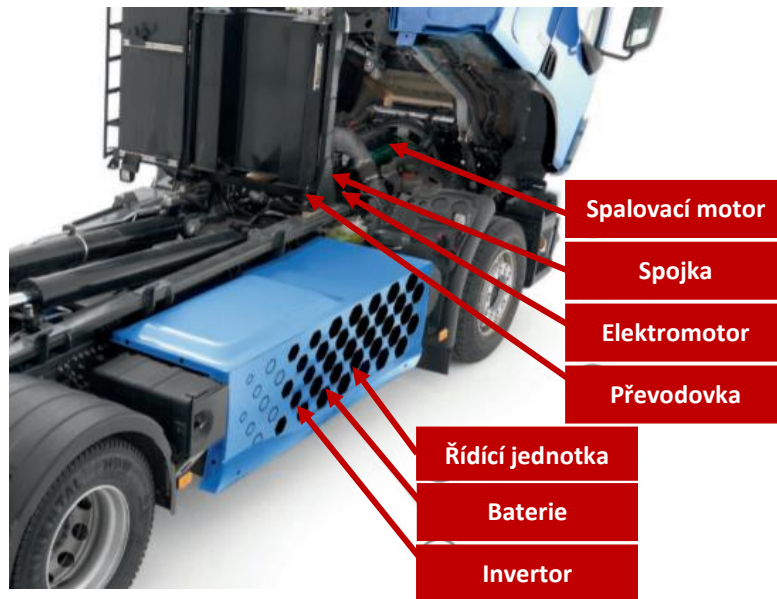
Druh hybridního pohonu	Sériový	
Spalovací motor	<i>Model motoru</i>	DXi 5
	<i>Druh</i>	Vznětový
	<i>Zdvihový objem</i>	5 l
	<i>Výkon</i>	118 kW / - ot/min
	<i>Točivý moment</i>	- Nm / - ot/min
Elektromotor	<i>Druh</i>	Střídavý s perm. magnety
	<i>Výkon</i>	103 kW
	<i>Točivý moment</i>	- Nm
Akumulátor	<i>Druh</i>	Li-ion
	<i>Kapacita</i>	85 kWh
Celková hmotnost	18 t	

4.3.5. Volvo FE Hybrid

Švédský výrobce nákladních automobilů Volvo Trucks patří do koncernu Volvo Group. Hybridní model byl představen v roce 2008. Jeho pohon se skládá ze čtyřválcového vznětového motoru o zdvihovém objemu 7,2 l s výkonem 300 kW a elektromotoru s permanentními magnety o výkonu 120 kW. Jelikož jsou pohony v paralelním uskupení, mohou pracovat nezávisle na sobě. Elektromotor je schopný pracovat ve třech módech: jako startér spalovacího motoru, pouze jako motor k pohonu vozidla, ale také jako generátor, který využívá rekuperaci brzděné energie a dobíjí akumulátor tvořený Li-ion bateriemi. Testy výrobce prokázaly úsporu paliva 15 - 20 %. Hybridní model už se aktuálně nevyrábí. Od roku 2011 do roku 2013 vznikla pouze 100 kusová série těchto vozidel. [37][38]



Obr. 4-28.: Volvo FE Hybrid [38]



Obr. 4-29.: Uspořádání hybridního pohonu Volvo FE Hybrid [38]

4.3.6. E Moss E.V.E.R rigid truck 18 t

Nizozemská společnost E Moss, specializující se na výrobu elektrického a hybridního pohonu pro užitková vozidla a autobusy, navazuje na automobilku DAF. Využívá šasi užitkových vozidel DAF, do kterých zabudovává elektrický pohon spolu s automatickou převodovkou Allison 4500. Model E.V.E.R pohání pouze elektromotor s permanentními magnety o výkonu 230 kW a kroutícím momentem 3400 Nm. Elektromotor je doplněn spalovacím motorem na CNG nebo LPG, který neslouží k pohonu vozidla, ale jen jako range extender. Spalovací motor je schopný prodloužit dojezď až na vzdálenost 400 kilometrů. Celková kapacita baterií se pohybuje kolem hranice 300 kWh a doba dobití baterií je 5 hodin. Model E.V.E.R rigid byl poprvé představen v roce 2016 a v současné době probíhají jeho testovací jízdy u dovozkových firem. Otázkou zůstává, zda bude o tento užitkový vůz zájem a objeví se v dohledné době v sériové výrobě. [39]



Obr. 4-30.: E Moss E.V.E.R rigid truck [39]

4.3.7. Scania Plug-in Hybrid truck

Švédská automobilová společnost Scania představila v roce 2018 na autosalonu v Hannoveru „plug-in“ hybridní nákladní automobil. Do německého města přivezla model G se vznětovým motorem o objemu 9 l a výkonem 235 kW. Disponuje kroutícím momentem 1700 Nm při 1050 ot/min v kombinaci s elektromotorem o výkonu 130 kW a točivým momentem 1050 Nm. Vůz může fungovat čistě v elektrickém režimu. Je vybaveno elektrickým kompresorem a posilovačem řízení. Li-iontové baterie o výkonu 7,4 kWh jsou schopny zajistit dojezd až 10 kilometrů v bezemisním elektrickém režimu. Při použití HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) coby paliva vozidlo vykazuje schopnost snížit emise CO₂ až o 92 %. Hlučnost vozidla v elektrickém režimu je přitom pouhých 72 dB. V současné době je model testován společností HAVI, která ho využívá k nočním dovážkám pro společnost McDonald's ve Stockholmu. Pokud se vůz osvědčí, mohla by se hybridní verze v nejbližších letech objevit v nabídce. [40][41]



Obr. 4-31.: Scania Plug-in Hybrid truck [40]

4.3.8. Renault Trucks Urban Lab 2

Tento prototyp vznikl v roce 2016 v rámci projektu EDIT (Efficient Distribution Truck), který se zabýval řešením problému rozvázkových operací ve městech. Kromě automobilky Renault Trucks se na tomto projektu podílelo dalších šest partnerů, například Valeo či Michelin. U prototypu je využito mild-hybridní technologie. Elektrická energie získaná z rekuperačního brzdění je pomocí generátoru dodávána elektrickému příslušenství, čímž se omezí tvorba elektrické energie vytvářené spalovacím motorem. Vozidlo je též vybaveno systémem Start-Stop a speciálním navigačním systémem, který pomocí GPS navrhne nejefektivnější cestu s ohledem na spotřebu paliva a dobu jízdy. Systém se dokáže napojit na městskou infrastrukturu a zlepšit průjezd světelného dopravního značení, aby nedocházelo

ke zbytečnému zastavování vozidla. Podle testů probíhajících v roce 2017 v okolí města Bordeaux snížil prototyp Urban Lab 2 spotřebu paliva o 12,8 %. Celková hmotnost vozidla je 18 tun. [42][43]



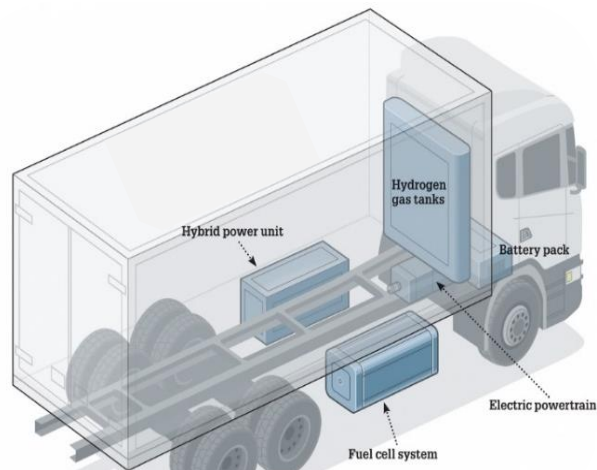
Obr. 4-32.: Renault Urban Lab 2 [43]

4.3.9. Scania Fuel Cell Truck

Švédská společnost Scania ve spolupráci s norským prodejcem potravin Asko testuje užitkové vozidlo třídy G o celkové hmotnosti 26 tun s elektrickým pohonem. Energii zajišťují palivové články využívající vodík. Celý projekt je financován norskou státní společností ENOVA SF zabývající se životním prostředím. Norsko otevřelo stanici na výrobu vodíku v Trondheimu. Stanice je schopna vyrobit až 300 kg vodíku denně. Jako zdroj energie vybudovala solární panely. Popisovaná vozidla mají sloužit k distribuci na větší vzdálenosti. Dojezd vozidel s palivovými články se pohybuje okolo 500 kilometrů. Pokud se elektrické nákladní vozidlo v provozu osvědčí, plánuje firma Asko nákup dalších 95 kusů. [44]



Obr. 4-33.: Scania Fuel Cell truck [44]



Hydrogen gas tanks – Nádrž na vodík

Battery pack - Baterie

Hybrid power unit – Výkonová elektronika

Fuel cell systém – Palivové články

Elektric power train – Elektromotor

Obr. 4-34.: Uspořádání pohonu Scania Fuel cell truck [44]

4.3.10. Shrnutí

Do kategorie těžkých užitkových vozidel jsem zařadil vozidla o hmotnost od 12 až 26 tun. Takto široké rozmezí hmotností jsem shrnul do jedné kategorie proto, že mají totožné uspořádání hybridního pohonu u jednotlivých vozidel. Tato vozidla mají typické uspořádání hybridního pohonu, kdy jsou na jedné hřídeli za sebou poskládány vznětový motor, elektromotor a převodovka. Příslušenství elektromotoru s akumulátorem je připevněno na šasi ze strany vozidla. Takové uspořádání se volí z důvodu rozličného využití užitkových vozů, to znamená jejich různé nástavby. Vozidla jsou určena pro rozvážkový provoz ve velkých městech, kde zhodnotí výhody hybridního pohonu, jako je například rekuperace a systém Start-Stop. Nejsou naopak určena pro dálniční provoz, kde pracuje vznětový motor v optimálních podmínkách. Úspora paliva se pohybuje okolo 15 %.

4.4. Tahače (Kamiony)

Tento typ vozidel je přednostně určen k dopravě nákladu na delší vzdálenosti. V jejich případě je hlavním důvodem použití hybridního pohonu schopnost rekuperovat energii těžkého nákladního vozidla, a tu využít k pohonu elektromotoru, který by podporoval spalovací motor, anebo byl schopný samostatné jízdy. Redukce spotřeby paliva se u těchto vozidel pohybuje v jednotkách procent. Při kilometrech (okolo 150 000 km/rok), které tahače urazí, se byt jen malá úspora paliva projeví. Většina vozidel v této kategorii je zatím ve fázi konceptu.

4.4.1. Volvo Concept Truck

V roce 2016 představila švédská automobilka Volvo nový koncept hybridního tahače. Volvo Concept Truck je výsledkem projektu, na kterém se spolu se společností Volvo podílely švédská energetická agentura Energimyndigheten a americké ministerstvo energetiky. Hybridní pohon tvoří spalovací motor a elektromotor s příslušenstvím. Hlavním zdrojem elektromotoru je energie získaná rekuperací při deceleraci nebo při jízdě z kopce. Vozidlo je schopné rekuperovat energii při klesání větším než 1 %. Hybrid je vybaven vylepšeným systémem I-See, který pomocí GPS analyzuje profil trasy a určuje nejvhodnější využití elektrického pohonu. V nejvýhodnějších podmínkách se bude možnost vypnutí spalovacího motoru pohybovat až ve 30 % celkové doby jízdy a zajistí úsporu paliva do 5 %. O uspořádání hybridního pohonu zatím výrobce žádné informace nevedl. V elektrickém módu by měl být tahač schopný urazit až 10 kilometrů. Je otázkou, zdali tento projekt osloví potenciální zákazníci a prozatímní koncept se dostane do sériové výroby. [45]



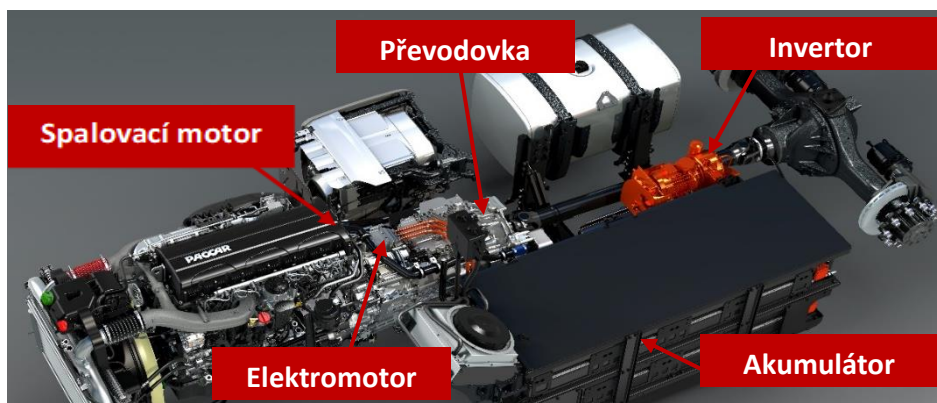
Obr. 4-35.: Volvo Concept Truck [45]

4.4.2. DAF CF Hybrid Innovation Truck

V roce 2018 na autosalonu v Hannoveru představila nizozemská automobilka DAF hybridní verzi s názvem CF Hybrid Innovation Truck (spolu s dalšími verzemi na čistě elektrický pohon). Hybrid využívá kombinace vznětového motoru PACCAR MX-11 o objemu 10,8 l s výkonem 330 kW a elektromotoru o výkonu 75 kW. Tento paralelní hybrid je schopný urazit jen na elektrický pohon vzdálenost mezi 30 až 50 kilometry, což je velkou výhodou při zásobování velkých měst v nízkoemisních zónách. Elektromotor napájí baterie o kapacitě 75 kWh. Jako u ostatních hybridních pohonů využívá DAF CF Hybrid Innovation Truck rekuperačního brzdění, a navíc je vybaven systémem Predictive Cruise Control, který mapuje reliéf trasy a plánuje nejvhodnější využití hybridního pohonu. V rámci projektu s názvem Green Deal for Zero Emission City Logistics, jehož cílem je pokrok ve snížení emisí v městských oblastech, se hybridní vozidlo testuje ve spolupráci se společností Albert Heijn vlastnící supermarketky v západní Evropě. [46]



Obr. 4-36.: DAF CF Hybrid Innovation Truck [46]



Obr. 4-37.: Uspořádání hybridního pohonu DAF CF Hybrid Innovation truck [46]

4.4.3. Emoss E.V.E.R Semi Truck

Nizozemská společnost zabývající se výrobou hybridního pohonu má ve svém portfoliu další model na elektrický pohon s range extentrem. Kamion Emoss E.V.E.R Semi Truck představila v roce 2016. Určený je k tahání těžkých návěsů s nákladem v dálkové dopravě. Vozidlo využívá šasi modelu DAF CF a jeho pohon obstarává asynchronní elektromotor o výkonu 250 kW a kroutícím momentu 3400 Nm. Elektrickou energii mu dodávají baterie o kapacitě 120 kWh. Spalovací motor ve funkci range extenderu využívá jako palivo CNG nebo LPG a disponuje výkonem 320 kW. V současné době lze pouze podat předběžnou žádost o model. Pokud by se nakumuloval značný zájem o hybridní modely, spustí společnost sériovou výrobu. [39]



Obr. 4-38.: Emoss E.V.E.R Semi Truck [39]

4.4.4. NIKOLA ONE, TWO, TRE

Nejvýraznější novinkou na trhu hybridních a elektrických užitkových vozidel jsou nákladní vozidla od značky Nikola Motor Company. Tato automobilová společnost byla založena v roce 2012 a v současné době nemá žádný výrobní závod. Výstavbu továrny plánuje na rok 2020 v Arizoně. O rok později už má v plánu zahájení výroby prototypů a v roce 2023 by měla továrna spustit i plně sériovou výrobu s kapacitou 35 tisíc nákladních vozidel. V dubnu 2019 představila společnost ve Phoenixu tři nákladní vozidla na vodíkový pohon. Verze One a Two přichystala pro americký trh, verzi Tre pro Evropu. Poháněna budou pouze elektromotorem o výkonu 750 kW a s kroutícím momentem 2700 Nm. Napájení obstarají baterie o kapacitě 250 kWh. Baterie budou dobíjeny pomocí palivových článků, které využijí jako palivo vodík. Vozidlo bude schopné doplnit vodík zhruba do 15 až 20 minut. Dojezdová vzdálenost se má pohybovat v rozmezí 800 až 1200 kilometrů. [47][48]



Obr. 4-39.: Nikola TRE [48]

4.4.5. Shrnutí

V kategorii kamionů jsou zatím všechna vozidla ve stadiu vývoje, ale hybridní pohon má v jejich případě smysl. Kamiony vozí zboží na velké vzdálenosti, například přes celou Evropu. Hybridní pohon vykazuje úsporu paliva do 3 %, ovšem při velkých vzdálenostech, které kamiony urazí, se tato vlastnost značně projeví. Výhodou může být externí dobíjení baterií v době, kdy mívají řidiči povinné přestávky. Většina vozidel má zabudované navigační a řídicí systémy, které pomocí GPS sbírají data a plánují nejefektivnější využití hybridního pohonu.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo prozkoumat nabídku užitkových vozidel s hybridním pohonem. Zabýval jsem se nejen současnými užitkovými vozy, ale také těmi, které už výrobci buď nenabízejí, anebo naopak žhavými novinkami, které obohatí trh v nejbližších letech. Pro přehlednost práce jsem je rozdělil do kategorií podle hmotnosti. Snažil jsem se vyselektovat ta vozidla, se kterými bychom se měli setkávat v běžném provozu. Zaměřil jsem se na automobily se standardní kombinací spalovacího motoru a elektromotoru a navíc jsem každou kategorii doplnil, o vozidlo s palivovými články využívající vodík jako palivo.

Podle mého názoru má vývoj vodíkového pohonu budoucnost, ovšem jako každá technologie s sebou nese i svá úskalí. Problémy spojené s vodíkem vidím například v obtížnosti ekologické výroby vodíku, ve vyšších požadavcích na těsnost nádob, v nedostatečné infrastruktuře vodíkových stanic atd. Hlubšímu popisu této problematiky by se mohla věnovat budoucí diplomová práce.

Výrobci užitkových aut se elektrickým pohonem snaží řešit problémy s vysokými emisemi. Jeho přičleněním ke spalovacímu motoru se však výrazně zvedne cena vozidel a zákazníci o ně pak ztrácejí zájem. Na palivu ušetřené náklady za životnost vozidla jsou srovnatelné, ne-li nižší, než rozdíl kupní ceny oproti standardnímu typu disponujícímu pouze spalovacím motorem. Proto také automobilové společnosti investují prostředky spíše do vývoje čistě elektrických verzí. Otázkou zůstává, zda se někdy v budoucnu objeví technologie, která hybridní pohon u užitkových vozidel upřednostní před pouze spalovacím motorem.

Použité zdroje

- [1] Morkus, Josef. *Přednášky Hybridní pohony* [online]. [2019] Dostupný z: <https://studium.fs.cvut.cz/studium/u12120/2211150-Hybridni_pohony/>
- [2] Emise z výfukových plynů motorových vozidel [online]. [2019] Dostupný z: <<https://cv.vscht.cz/files/uzel/0014041/0013~c83NLE5VKDu8N600Ox9IJWcoFORU5h1dDwA.pdf/>>
- [3] How To Find The Euro Level Of A Truck [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.trucklocator.co.uk/blog/info-hub/2014/07/euro-levels>>
- [4] Historie hybridních aut 1,2,3 díly [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.hybrid.cz/clanky/historie-hybridnich-aut-1-dil>>
- [5] VLK, František. *Alternativní pohony motorových vozidel*. Brno: Vlk, 2004. ISBN 80-239-1602-5
- [6] KAMEŠ, Josef. *Hybridní a elektrické pohony automobilů*. 2. Vydání. Praha: [Josef Kameš], 2015.
- [7] Ford v Hannoveru představil sériovou verzi Transitu [online]. [2019] Dostupný z: <<https://autosalon.iprima.cz/zpravy/ford-v-hannoveru-predstavil-seriovou-verzi-transitu-custom-phev>>
- [8] Ford Transit mHEV [online]. [2019] Dostupný z: <<http://www.hybrid.cz/ford-ukaze-v-hannoveru-transit-custom-plug-hybrid-dalsi-novinky>>
- [9] London trials our new plug-in hybrid vans [online]. [2019] Dostupný z: <<http://social.ford.co.uk/london-trials-our-new-plug-in-hybrid-vans/>>
- [10] Specs of Chevrolet Express 3500 [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.xlfleet.com/content/assets/Uploads/XL-XLH-GMCvans-8.5x11-4C-LR.pdf>>
- [11] Chevrolet Express 3500 Features and Specs [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.carmax.com/research/chevrolet/express-3500/2014/features-specs>>
- [12] Specs of Ford F-150 Pickup [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.xlfleet.com/content/assets/Uploads/XL-AllProducts-FLY-8.5x11-CA-4C-LR.pdf>>
- [13] Ford F-150 2.7L EcoBoost Twin Turbo V-6 [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.wardsauto.com/engines/2018-winner-ford-f-150-27l-ecoboost-twin-turbo-v-6>>
- [14] Mercedes-Benz Unveils V-Class Plug-In Hybrid Minivan [online]. [2019] Dostupný z: <<https://insideevs.com/rush-mercedes-benz-unveils-v-class-plug-hybrid-minivan>>

- [15] Volkswagen představil vodíkový Crafter HyMotion [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.svetmobilne.cz/volkswagen-predstavil-vodikovy-crafter-hymotion/6800/>>
- [16] Česko chystá investice do vodíkové dopravy [online]. [2019] Dostupný z: <<http://www.hybrid.cz/cesko-chysta-investice-do-vodikove-dopravy-chce-mit-pet-vodikovych-stanic/>>
- [17] History of commercial vehicles [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.isuzu.co.jp/world/corporate/about/history.html>>
- [18] Image Isuzu Elf Hybrid [online]. [2019] Dostupný z: <https://truck-bank.com/modules/truck/index.php?action=ImageList&data_id=59358>
- [19] The layout of the Isuzu PTO hybrid [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.greencarcongress.com/2007/09/nissan-adds-die.html>>
- [20] Outline of hybrid systém Isuzu Elf [online]. [2019] Dostupný z: <https://www.isuzu.co.jp/world/press/2005/p_0418_2.html#header>
- [21] Hino 195h Hybrid [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.hino.com/hino-trucks-hino-195h.html#specsheets>>
- [22] Specifikace Hino 195h Hybrid [online]. [2019] Dostupný z: <https://www.hino.com/assets/hino_195h_2020.pdf>
- [23] The technology behind Hino 195h hybrid [online]. [2019] Dostupný z: <<http://gaevan.com/en/hino-trucks/hino-195h-hybrid/>>
- [24] Fuso Canter Eco Hybrid Vstoupilo do Evropy [online]. [2019] Dostupný z: <<http://www.auto.cz/fuso-canter-eco-hybrid-vstoupilo-evropy-70748>>
- [25] Technical details a spec sheet [online]. [2019] Dostupný z: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2527265/FUSO%20Canter%20Microsite/Spec_sheets_Canter_TF1_OBD_7C15_DUONIC_HEV.pdf>
- [26] Canter Eco Hybrid 7.5t [online]. [2019] Dostupný z: <<https://cantercan.mbtrucksuk.com/microsite/truck-eco#>>
- [27] Seven-Eleven Japan and Toyota [online]. [2019] Dostupný z: <<https://global.toyota/en/newsroom/corporate/22833613.html>>
- [28] 12 years of the Mercedes-Benz Atego [online]. [2019] Dostupný z: <<https://media.daimler.com/marsMediaSite/ko/en/9361913>>
- [29] Mercedes Benz Atego BlueTec 5 Hybrid [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.amazon.co.uk/Mercedes-Atego-BlueTec-Hybrid-POSTER/dp/B00KGKTSOS>>

- [30] Atego ve třídě 12t na hybridní pohon [online]. [2019] Dostupný z: <<http://www.business-car.cz/ekologie/atego-ve-tride-12-t-na-hybridni-pohon>>
- [31] 12-tunová verze Mercedes-Benz Atego [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.kamioni.bg/menu/34/post/1044/>>
- [32] DAF Putting LF Hybrid Truck Into Production [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.greencarcongress.com/2010/09/daf-putting-lf-hybrid-truck-into-production-eaton-hybrid-system.html>>
- [33] DAF uvedl na český trh hybridní model LF [online]. [2019] Dostupný z: <<http://www.dnoviny.cz/silnicni-doprava/daf-vedl-na-cesky-trh-hybridni-model-lf>>
- [34] TGL 12.220 Hybrid [online]. [2019] Dostupný z: <<http://www.hybrid-autos.info/Nutzfahrzeuge/MAN/tgl-12220-hybrid-2010.html>>
- [35] MAN tests TGL Hybrid in everyday operation [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.corporate.man.eu/en/press-and-media/presscenter/MAN-Truck-and-Bus-and-Munich-wholesaler-Arndt-test-TGL-Hybrid-in-everyday-operation-35330.html>>
- [36] Renault Trucks and Norbert Dentressangle [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.greencarcongress.com/2013/07/renault-20130722.html>>
- [37] Hybridní nákladák Volvo FE jde do výroby [online]. [2019] Dostupný z: <<http://www.hybrid.cz/hybridni-nakladak-volvo-fe-jde-do-vyroby>>
- [38] VOLVO FE HYBRID [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.all-electronics.de/wp-content/uploads/migrated/document/118845/346-volvo-fe-hybrid-en.pdf>>
- [39] ELECTRIC TRUCK WITH RANGE EXTENDER [online]. [2019] Dostupný z: <<http://www.emoss.nl/en/electric-vehicles/range-extender-electric-truck/>>
- [40] Versatile hybrid trucks for urban applications [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.scania.com/group/en/versatile-hybrid-trucks-for-urban-applications/>>
- [41] Hybrid truck enables smart night deliveries in Stockholm. [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.scania.com/group/en/hybrid-truck-enables-smart-night-time-deliveries-in-stockholm/>>
- [42] Renault Trucks Urban Lab 2 snižuje spotřebu [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.auto.cz/renault-trucks-urban-lab-2-snizuje-spotrebu-distribucnich-vozidel-101081>>
- [43] Renault Trucks Urban Lab 2 se chlubí úsporou paliva [online]. [2019] Dostupný z: <<https://www.auto.cz/renault-trucks-urban-lab-2-se-chlubi-usporou-paliva-123059>>

- [44] Scania and Asko to test hydrogen fuel-cell trucks [online]. [2019] Dostupný z:
<<http://e-hike.net/tr/content/scania-and-asko-test-hydrogen-fuel-cell-trucks>>
- [45] New Volvo Hybrid Truck [online]. [2019] Dostupný z:
<<https://www.trucks.com/2017/03/02/volvo-truck-hybrid-alternative-powertrain-technology/>>
- [46] Electric & hybrid truck [online]. [2019] Dostupný z:
<<https://www.daf.com/en/about-daf/innovation/electric-and-hybrid-trucks>>
- [47] NIKOLA ONE [online]. [2019] Dostupný z:
<<https://nikolamotor.com/one>>
- [48] Nikola Closes Land Deal [online]. [2019] Dostupný z:
<<https://www.trucks.com/2019/03/25/nikola-land-deal-arizona-truck-plant/>>