

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STROJNÍ

ÚSTAV AUTOMOBILŮ, SPALOVACÍCH MOTORŮ A KOLEJOVÝCH VOZIDEL

Hybridní pohony užitkových vozidel, stavebních a zemních strojů

Hybrid Drive of Commercial Vehicles, Building and Earth Machines

Bakalářská práce

Studijní program: B2341 Strojírenství

Studijní obor: 3901R51 Konstruování podporované počítačem

Balashov Alexandr

Vysoká škola: **České vysoké učení technické v Praze**
Fakulta : **strojní**
Ústav: **12120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel**
Akademický rok: **2014/2015**



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): **Alexandr Balashov**

studijní program: **B 2341 Strojírenství**
studijní obor: **3901R051 Konstruování podporované počítačem**

Název tématu: **Hybridní pohony užitkových vozidel, stavebních a zemních strojů**

Název tématu anglicky: **Hybrid Drive of Commercial Vehicles, Building and Earth Machines**

Označení diplomové práce: **BP 2015 – MV 01**

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte rešerši vývoje a přehled současných typů užitkových vozidel a stavebních a zemních strojů s hybridním pohonem. Zjistěte uspořádání hnacího ústrojí, typy a výkony spalovacích motorů a elektromotorů/generátorů, typy a kapacitu akumulátorů a další technické údaje. Proveďte posouzení příčin vzniku, výhod a nevýhod hybridních pohonů u těchto vozidel a navrhnete jejich kategorizaci.

Rozsah průvodní zprávy: min. 25 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek v textu)

Rozsah grafických prací:

Doporučené podklady: Přednášky hybridní pohony,
internetové podklady,
M. Novotný: BP Hybridní pohony sportovních, soutěžních a
závodních automobilů

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Josef Morkus, CSc.

Odborný konzultant:


Datum zadání bakalářské práce: 30.4.2015


Datum odevzdání bakalářské práce: 19.6.2015

Studijní a zkušební řád ČVUT v Praze, čl. 21, odst. 4: „Pokud student neodevzdal bakalářskou nebo diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání bakalářské nebo diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat bakalářskou nebo diplomovou práci podruhé.“


Diplomant 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.

Zadání bakalářské práce převzal dne: 7. 5. 2015


.....
podpis diplomanta


Doc. Ing. Oldřich **VÍTEK**, Ph.D.
vedoucí ústavu 12120




Prof. Ing. Michael **VALÁŠEK**, DrSc.
děkan fakulty strojní

Anotace

Jméno autora:	Balashov Alexandr
Název tématu:	Hybridní pohony užitkových vozidel, stavebních a zemních strojů
Název tématu anglicky:	Hybrid Drive of Commercial Vehicles, Buildnig and Earth Machines
Akademický rok:	2014/2015
Ústav:	12120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Vedoucí diplomové práce:	Ing. Josef Morkus,Csc
Anotace česky:	Tato bakalářská práce je zaměřena na zpracování přehledu současných typů užitkových vozidel a stavebních a zemních strojů s hybridním pohonem. Dále pojednává o uspořádání hnacího ústrojí, typů a výkonů spalovacích motorů a elektromotorů/generátorů, typů a kapacitě akumulátorů a dalších technických údajů. Rozděluje vozidla do příslušných kategorií.
Anotace anglicky:	This work is focused on the review of the current types of commercial vehicles and building and earth machines with a hybrid drive. Further discusses the drivetrain layout, type and power of internal combustion engines and electric motors / generators, type and capacity of the batteries and other technical data. It divides vehicles into categories.

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Josefu Morkusovi,Csc, za podklady, rady a čas, který mi věnoval při přípravě této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat svojí rodině za trpělivost a podporu ve studiu.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze za odborného vedení Ing. Josefa Morkuse,Csc. Veškeré zdroje informací, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu zdrojů.

V Praze dne 19. 6. 2015

.....

Obsah

Úvod.....	8
1. Vývoj hybridních pohonů	9
2. Princip činnosti hybridních pohonů	10
2.1. Definice hybridního pohonu	10
2.2. Rozdělení hybridních pohonů podle koncepce uspořádání	10
2.2.1. Sériové uspořádání	10
2.2.2. Paralelní uspořádání	11
2.3. Rozdělení hybridních pohonů podle funkce.....	11
2.3.1. Micro hybrid	12
2.3.2. Mild hybrid	12
2.3.3. Full hybrid	12
2.3.4. Plug-in hybrid	12
2.4. Hydraulicky hybridní systém	12
3. Komponenty hybridních pohonů	13
3.1. Spalovací motory	13
3.2. Elektromotory	13
3.3. Akumulátory	13
3.4. Převodovky.....	13
3.4. Výkonová elektronika	13
4. Vytvoření kategorií užitkových vozidel, stavebních a zemních strojů	14
4.1. Lehká užitková vozidla(dodávky)	14
4.1.1. Ford E-350 Cutaway.....	14
4.1.2. Chevrolet Express 3500	15
4.1.3. Iveco Daily Hybrid 35S12.....	17
4.1.4. Shrnutí	18
4.2. Lehká užitková vozidla pro městský provoz.....	18
4.2.1. Hino 195h COE HYBRID	19
4.2.2. Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid	20
4.2.3. Shrnutí	21

4.3. Těžká užitková vozidla	22
4.3.1. DAF LF Hybrid	22
4.3.2. Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid	24
4.3.3. MAN TGL 12.220 Hybrid	25
4.3.4. Iveco Eurocargo Hybrid	27
4.3.5. Shrnutí	28
4.4. Hybridní komunální vozidla	29
4.4.1. Volvo FE Hybrid	29
4.4.2. Renault Premium Distribution Hybrys Tech	31
4.4.3. Mercedes-Benz eonic bluetec hybrid.....	33
4.4.4. Peterbilt Model 320 Hydraulic Hybrid.....	34
4.4.5. Shrnutí	35
4.5. Hybridní zemní stroje	36
4.5.1. Komatsu PC200-8 Hybrid	36
4.5.2. Shrnutí	38
4.6. Hybridní vysokozdvížené vozíky a nakladače	39
4.6.1. STILL RX70 HYBRID	39
4.6.2. The Toyota Hybrid Concept Forklift.....	40
4.6.3. Volvo L220F Hybrid	41
4.6.4. Hitachi ZW220HYB-5B	43
4.6.5. Atlas AR 65 Hybrid.....	43
4.6.6. Shrnutí	44
5. Výhody a nevýhody vozidel s hybridním pohonem	45
6. Závěr	46
Použité zdroje	47

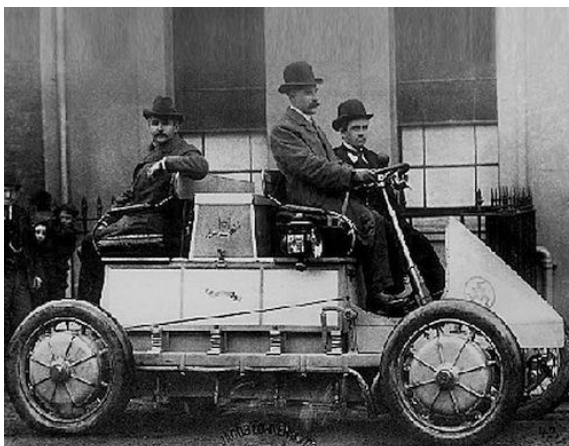
Úvod:

V této bakalářské práci je zpracován přehled současných typů užitkových vozidel a stavebních a zemních strojů s hybridním pohonem. Hlavním důvodem vyberu tohoto tématu je jeho aktuálnost a absence kategorizace těchto vozidel s hybridním pohonem. Dnes jsou kladeny velké nároky na ekologii a emise CO₂ a jedno z řešení je alternativní pohon. Z důvodu malé účinnosti spalovacího motoru, velké hmotnosti akumulátorů a malým dojezdem na jedno nabití, možným řešením alternativního pohonu je kombinace těchto pohonů.

V dnešní době světový výrobci nákladních, stavebních a zemních strojů představili a otestovali velké množství vozidel z hybridním pohonem.

1. Vývoj hybridních pohonu

Vynálezcem prvního hybridního vozidla (Obr.1-1) byl Ferdinand Porsche. V roce 1898 F. Porsche představil model vozidla u kterého zážehový motor pohání dynamo, které dobíjí několik akumulátorů. Energie z akumulátorů pak pohání elektromotory umístěné v předních kolech. Auto nepotřebovalo převodovku. Tento princip je velmi podobný dnešnímu sériovému hybridu. V roce 1915 americký výrobce elektrických automobilů Wood Motor Vehicle vytvořil systém pohonu „Dual Power“ což odpovídá dnešnímu paralelnímu hybridu. Rekuperaci brzděním poprvé byla aplikovaná Davidem Arthuresem. Arthurs v roce 1979 vlastnoručně přestavěl svůj starý OPEL GT na hybridní pohon. V roce 1989 německá společnost Audi představila první experimentální verzi „plug-in“ paralelního hybridů. Rok 1997 znamenal velký pokrok hybridních pohonů v automobilovém průmyslu. Japonská společnost Toyota představila svoje první hybridní sériové vozidlo Toyota Prius. Dalším sériovým hybridním vozidlem je Honda Insight. [3]



Obr.1-1.: první hybridní vozidlo od Ferdinanda Porsche [3]

Hybridní pohon u užitkových vozidel se poprvé objevil v roce 2003 u modelu Mitsubishi Dutro Hybrid. Za první hybridní zemní stroj považujeme rypadlo Komatsu. Prototyp hybridního rypadla byl postaven v roce 2003. V roce 2006 byla zahájena sériová výroba Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid. Sériová výroba hybridního rypadla Komatsu byla zahájena v roce 2008.

V současné době dominantním výrobcem hybridních vozidel zatím zůstává Japonsko, ale v posledních letech je vidět, že hodně často hybridní pohony začínají objevovat také u amerických a evropských výrobců.

2. Princip činnosti hybridních pohonů

2.1. Definice hybridního pohonu

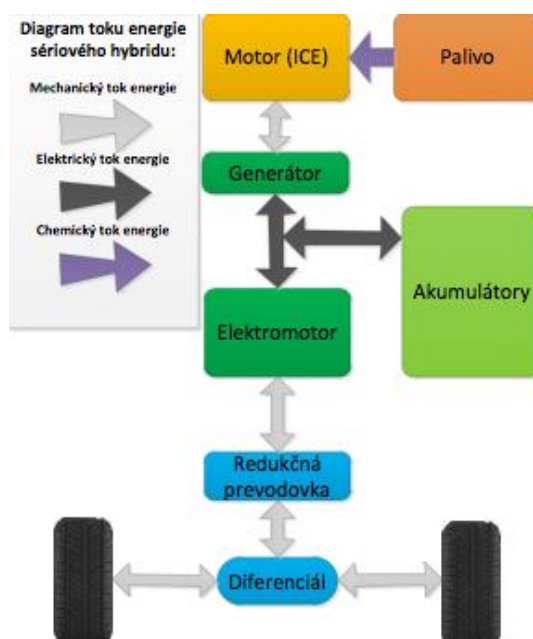
Pod pojmem “hybridní pohon“ se rozumí kombinace několika různých zdrojů energie pro pohon vozidla. Nejčastěji se používá kombinace spalovacího motoru, elektromotoru a akumulátoru. [2]

2.2. Rozdělení hybridních pohonů podle koncepce uspořádání

Uspořádání hnacího ústrojí u hybridních vozů lze rozdělit do dvou hlavních skupin, na sériové a paralelní. [2] Nejčastější koncepce hybridního pohonu u užitkových vozidel je paralelní uspořádání.

2.2.1. Sériové uspořádání

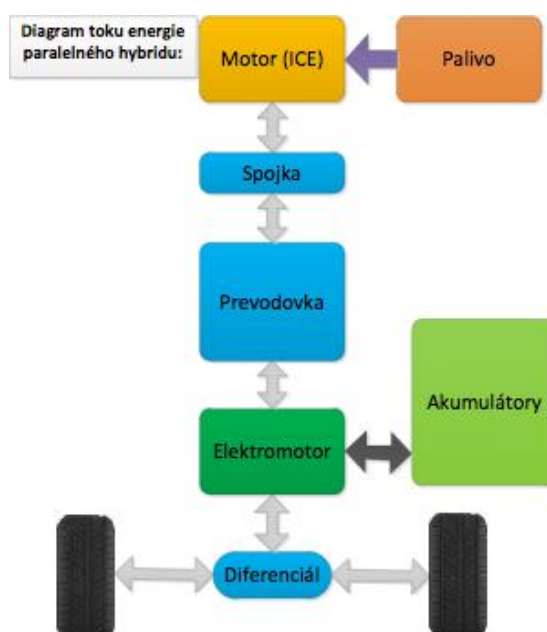
U sériového hybridního vozidla náprava je poháněna výhradně elektrickým motorem, spalovací motor je zde použit především k pohonu generátoru. Jednotlivé hnací komponenty jsou vzájemně uspořádány za sebou. Když baterie nemohou pokrýt momentální spotřebu energie, je spalovací motor automaticky nastartován. Výhodou sériového uspořádání je, že spalovací motor může pracovat ve velmi úzkém rozsahu otáček, nevýhodou jsou vícenásobné přeměny energie. [2]



Obr.2-1.: schéma sériového uspořádání pohonu [4]

2.2.2. Paralelní uspořádání

Paralelní uspořádání pohonu umožňuje pohon buď pouze spalovacím motorem, tak i pohon s využitím elektromotoru. V kombinovaném provozu pracuje pouze spalovací motor, teprve při nedostatku výkonu se zapojí i elektromotor. Elektromotor může pracovat i jako generátor, v tomto režimu přeměňuje kinetickou energii na elektrickou a ukládá ji do akumulátoru. Kvůli zvýšení účinnosti spalovacího motoru se u některých hybridních vozidel bývají “spotřebiče” např. klimatizace pohaněny elektromotorem. Výhodou paralelního uspořádání je možnost rekuperace, nevýhodou je stálé spojení elektromotoru s hnanou nápravou. [2]



Obr.2-2.: schema paralelního uspořádání pohonu [4]

2.3. Rozdělení hybridních pohonů podle funkce

2.3.1. Micro hybrid

Jedna se o vozidlo, které je vybaveno zesíleným elektrickým příslušenstvím jako je startér, alternátor, baterie a star-stop systémem, který vypíná motor při dojezdu a zastavení. Rekuperace energie je možná pomocí alternátorů jen v omezené míře. Jízda čistě na elektřinu není možná. [1]

2.3.2. Mild hybrid

Elektromotor doplňuje spalovací motor při zrychlování a ve vysokých výkonech. Při brzdění se chová jako generátor, rekuperuje kinetickou energii a ukládá ji v akumulátoru. Jízda čistě na elektřinu není možná. [1]

2.3.3. Full hybrid

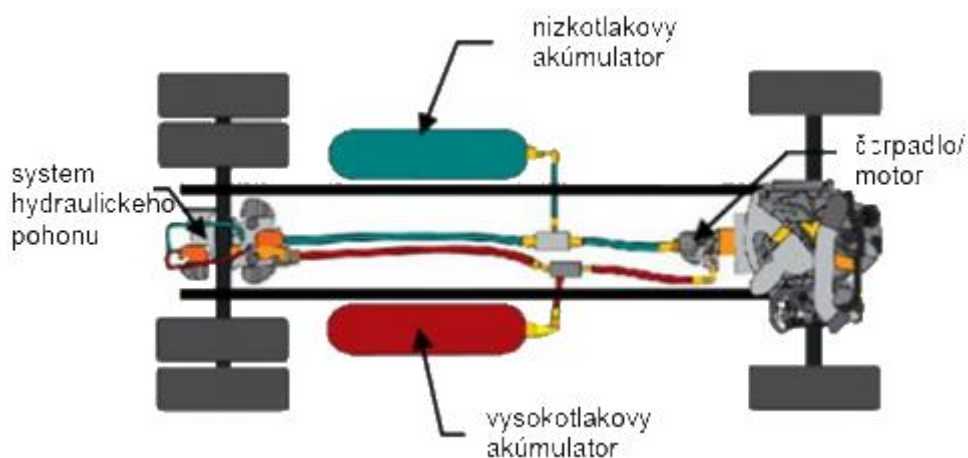
Vozidlo může být pohaněno spalovacím motorem nebo čistě elektrickým pohonem nebo kombinací obou. Jízda na elektřinu je omezena do určité rychlosti. Dobíjení baterií se provádí buď rekuperací nebo pomocí spalovacího motoru. [1]

2.3.4. Plug-in hybrid

Jedná se o full hybrid vozidlo s možností dobíjení baterie z elektrické sítě. [1]

2.4. Hydraulicky hybridní systém

Hnací řetězec hydraulického hybridu je vybaven kromě klasického spalovacího motoru také tlakovým zásobníkem a nádrží pro hydraulickou kapalinu. Do hydropneumatického zásobníku je během brzdění účinně ukládána kinetická energie, která je přeměňována na tlakovou energii. Jakmile je nutné energii z tlakového zásobníku odebrat, plyn se rozpíná a prostřednictvím hydraulické kapaliny pohání hydraulický motor, který předává uloženou energii prostřednictvím převodovky hnacímu ústrojí vozidla. Hlavní výhody hydraulického hybridního systému jsou: úspora paliva až 25%, rychlé využití akumulované energie a velmi nízké náklady na údržbu tlakových akumulátorů. [5][6]



Obr.2-4.: schéma hydraulického hybridního pohonu [6]

3. Komponenty hybridních pohonu

U hybridních vozidel hnací ústroj se skládá z několika dílčích částí: spalovacího motoru, elektromotoru, akumulátoru a převodovky. [1]

3.1. Spalovací motory

V hybridním automobilu zůstává hlavním zdrojem energie palivo v nádrži a hlavní část potřebného výkonu dodává spalovací motor. V osobních hybridních automobilech se většinou používají zážehové spalovací motory. U hybridních užitkových vozidel běžně se používají vznětové spalovací motory. V závislosti na druhu hybridu, spalovací motor u některých typu vozidel má občas jiný význam. [1]

3.2. Elektromotory

Převážně se používají synchronní motory s permanentními magnety, střídavé a stejnosměrné. Tyto motory jsou, menší a lehčí než indukční motory. Účinnost synchronního motorů se pohybuje v rozmezí 93 až 97 %. Nevýhodou těchto motorů je vysoká cena magnetu. [1]

3.3. Akumulátory

U hybridních vozidel jsou používány různé druhy akumulátorů. Užitková vozidla používají baterie Li-ion, superkondenzátory a také setrvačníky. [1]

3.4. Převodovky

Hybridní užitková vozidla jsou převážně vybaveny automatickou převodovkou. [1]

3.5. Výkonová elektronika

Výkonová elektronika mění střídavý proud z generátoru na stejnosměrný, s kterým pracují baterie či superkondenzátory a následně mění stejnosměrný proud na střídavý s proměnlivým napětím a frekvencí pro pohon trakčního elektromotoru. Jedná se o velmi složitou a drahou součást hybridního systému. [1]

4. Vytvoření kategorií užitkových vozidel, stavebních a zemních strojů

Užitková vozidla, stavební a zemní stroje jsem rozdělil do několika skupin podle společných znaků vozů. Nákladní vozidla jsem rozdělil podle hmotností a účelu použití na lehká užitková vozidla tzv. dodávky, lehká užitková vozidla pro městský provoz, těžká užitková vozidla a komunální vozidla. Hybridní zemní stroje tvoří jednu skupinu. Stavební stroje jsem popsal v kategorii hybridní vysokozdvížné vozíky a nakladače.

4.1. Lehká užitková vozidla (dodávky)

Hybridní dodávky našly své využití v městském provozu s mnohočetnými zastávkami a následným rozjížděním. Hybridní pohon se u těchto vozů používá z důvodu opakujících se cyklu rozjezd-brzdění, což umožňuje rekuperaci energie.

4.1.1. Ford E-350 Cutaway

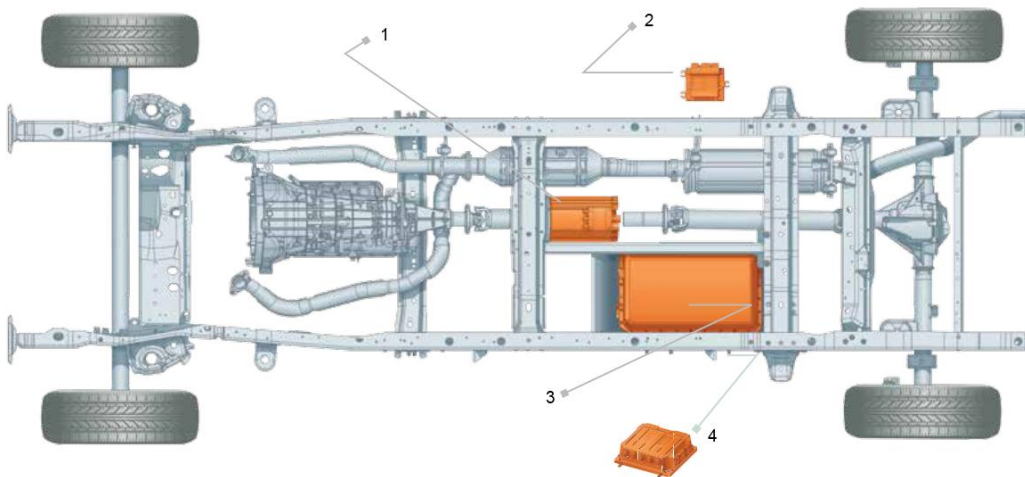
Pro tento model vyrábí hybridní systémy americká společnost XLhybrids. Umožňuje úsporu paliva až o 25% oproti klasické verzi. Jedná se o "mild hybrid" s paralelní koncepcí pohonu. Pro pohon vozidla je použit 5,4-litrový benzinový motor s výkonem 190kW a elektromotor s výkonem 40kW. [7][8]

Tab.4-1.: Parametry Ford E-350 Cutaway [7][8]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	Triton 16-valve Flex Fuel V8
	Druh	zážehový
	Zdvihový objem	5,4l
	Točivý moment	1557 Nm /2500 ot/min
	Výkon	190 kW / 4500 ot/min
Elektromotor	Druh	střídavý motor s perm. mag
	Výkon	40kW
	Točivý moment	1000Nm
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	1,8kWh
Celková hmotnost	-	



Obr.4-2.: Ford E-350 Cutaway [7]



- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. Elektromotor | 2. Baterie |
| 3. Jednotka řízení | 4. Pohonná jednotka |

Obr.4-3.: Ford E-350 Cutaway - uspořádání hybridního pohonu [8]

4.1.2. Chevrolet Express 3500

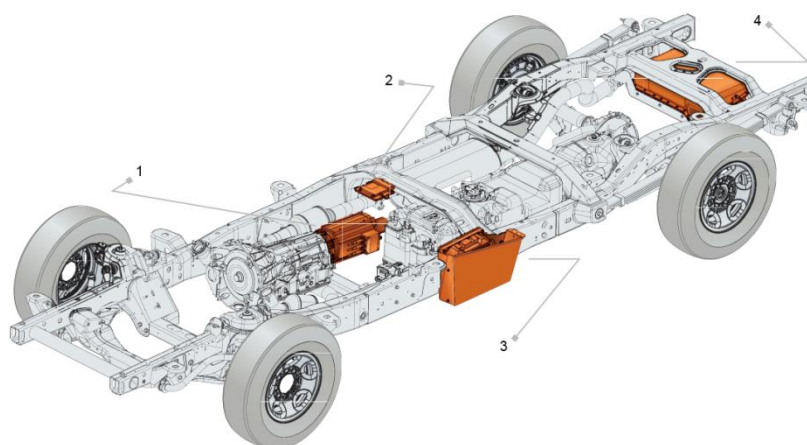
Stejně jako u předchozího vozidla, tento model využívá hybridní systémy od americké společnosti XLhybrids. Umožňuje úspory paliva až o 25% oproti klasické verzi. Jedná se o “mild hybrid“ s paralelní koncepcí pohonu. Pro pohon vozidla je nejčastěji využíván 5,4-litrový benzinový motor s výkonem 212kW a elektromotor s výkonem 40kW. [9][10]

Tab.4-4.: Parametry Chevrolet Express 3500 [9][10]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	Vortec V8
	Druh	zažehový
	Zdvihový objem	4,8l
	Točivý moment	-
	Výkon	212 kW/5400 ot/min
Elektromotor	Druh	střídavý motor s perm. mag
	Výkon	40kW
	Točivý moment	978Nm
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	1,8kWh
Celková hmotnost	4t	



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



- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. Elektromotor | 3. Pohonná jednotka |
| 2. Jednotka řízení | 4. Baterie |

Obr.4-6.: Chevrolet Express 3500 - uspořádání hybridního pohonu [10]

4.1.3. Iveco Daily Hybrid 35S12

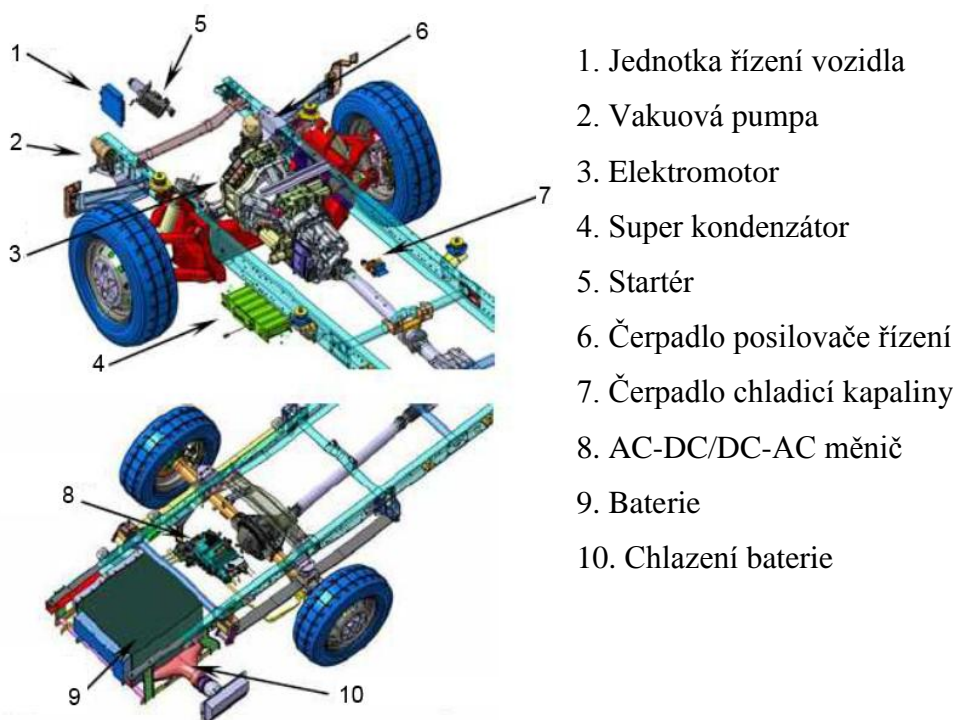
Model vozidla Iveco Daily hybrid byl vytvořen pro potřeby zásilkových služeb v hustě obsažených městských oblastech. Umožňuje úsporu paliva až o 30% oproti klasické verzi. Dosahuje úspor především díky využití „start-stop” systému. Jedná se o “mild-hybrid” s paralelní koncepcí pohonu. Pro pohon vozidla je použit 2,3-litrový dieselový motor s výkonem 85kW a elektromotor s výkonem 32kW. [11][12][13]

Tab.4-7.: Parametry Iveco Daily Hybrid 35S12 [11][12][13]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	F1AE0481G
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	2,3l
	Točivý moment	270 Nm /1800-2800 ot/min
	Výkon	85 kW / 3100-3900 ot/min
Elektromotor	Druh	
	Výkon	32kW
	Točivý moment	240Nm
Akumulátor	Druh	NiMh
	Kapacita	-
Celková hmotnost	3,5 t	



Obr.4-8.: Iveco Daily Hybrid 35S12 [11]



Obr.4-9.: Iveco Daily Hybrid 35S12 - uspořádání hybridního pohonu [12]

4.1.4. Shrnutí

Nejčastější řešení pro tyto vozidla je paralelní uspořádání hybridního pohonu, elektromotor o výkonu do 40kW, kapacita akumulátoru 1,8kWh a hmotnost vozidla do 4 tun.

Do kategorie hybridních dodávek také můžeme zařadit tyto modely: Dodge Sprinter hybrid a Azure Hybrid. Tyto hybridní modely pracují na stejném principu jako klasické paralelní hybridy. Jediný rozdíl v tom, že Dodge Sprinter je tzv. plug-in hybrid.

4.2. Lehká užitková vozidla pro městský provoz

Hlavním důvodem použití hybridního pohonu u těchto vozidel je opakující cykly rozjezd-brzdění. Další výhodou je možnost jízdy čistě na elektřinu v tzv. ekologických zónách, kde platí zákaz vjezdu vozidel s klasickými motory.

4.2.1. Hino 195h COE HYBRID

Hino Motors je japonským výrobcem nákladních aut a autobusů. Automobilka je součástí koncernu Toyota Group. První hybridní nákladní vůz představila v roce 2003.

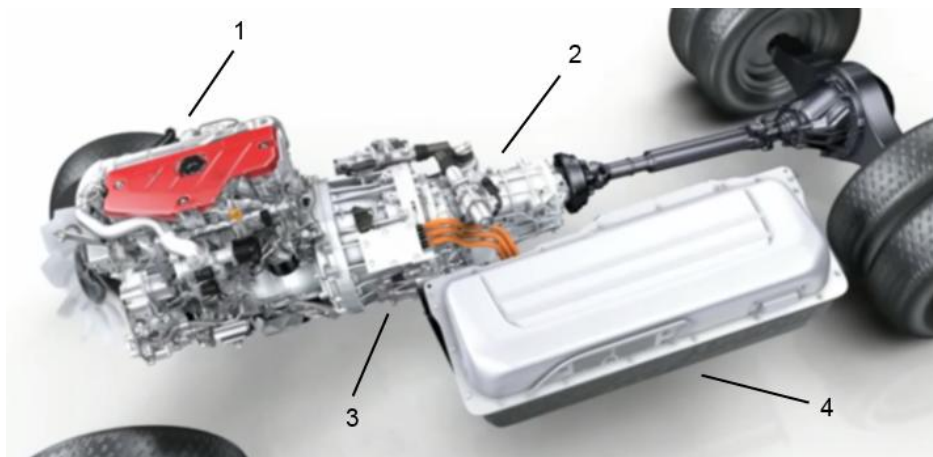
Dle výrobce hybridní pohon umožňuje úspory paliva až o 30% oproti klasické verzi. Jedná se o “full-hybrid“ s paralelní koncepcí pohonu.

Tab.4-10.: Parametry Hino 195h COE HYBRID [14]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	HINO J05E-UG
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	5l
	Točivý moment	597 Nm/1500ot/min
	Výkon	156 kW/2500 ot/min
Elektromotor	Druh	-
	Výkon	36kW
	Točivý moment	350Nm
Akumulátor	Druh	Ni-MH
	Kapacita	-
Celková hmotnost	8,8t	



Obr.4-11.: 195h COE HYBRID [14]



- | | |
|--------------------|-----------------|
| 1. Spalovací motor | 3. Elektromotor |
| 2. Převodovka | 4. Baterie |

Obr.4-12.: Hino 195h COE HYBRID - uspořádání hybridního pohonu [14]

4.2.2. Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid

Vyrábí se ve dvou verzích pro japonský a evropský trh. První hybridní model byl představen v roce 2006 a je určen pro sběr a rozvoz malých a středních balíků.

Pro pohon vozidla je využívan 3-litrový vznětový motor s výkonem 110kW a elektromotor o výkonu 40kW. Čistě na elektřinu je možný jet až do 10 km/h.

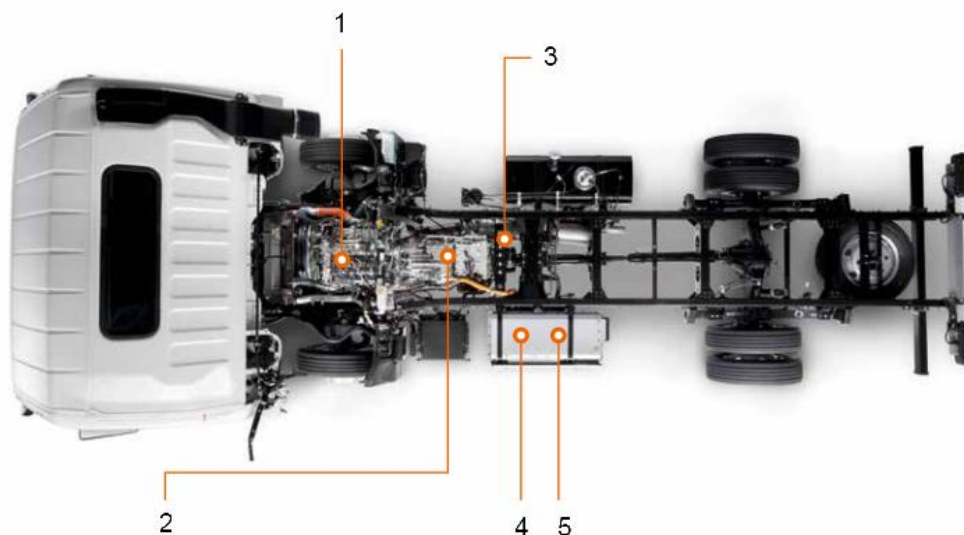
Dle výrobce hybridní pohon umožňuje úspory paliva až o 23% oproti klasické verzi. Využívá se tzv. “start-stop” systém. Jedná se o “full-hybrid“ s paralelní koncepcí pohonu.[17]



Obr.4-13.: Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid [16]

Tab.4-14.: Parametry Mitshubishi Fuso Canter Eco Hybrid [15][16]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	4P10
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	3l
	Točivý moment	370 Nm/1320-2840ot/min
	Výkon	110 kW/2840-3500 ot/min
Elektromotor	Druh	-
	Výkon	40kW
	Točivý moment	200Nm
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	1,9kWh
Celková hmotnost	7,5t	



- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1. Spalovací motor | 3. Převodovka Duonic |
| 2. Elektromotor | 4. Baterie |
| | 5. Inverter |

Obr.4-15.: Mitshubishi Fuso Canter Eco Hybrid - uspořádání hybridního pohonu [16]

4.2.3. Shrnutí

Typické řešení pro tyto vozidla je “full-hybrid“ s paralelní koncepcí pohonu, elektromotor o výkonu do 40kW, kapacita akumulátoru do 1,9 kWh a hmotnost vozidla do 9 tůn.

4.3. Těžká užitková vozidla

Každý zákazník má své vlastní důvody použití těchto vozidel z hybridním pohonem. Jedním z důvodu může být potřeba zákazníka používat alternativní verze sériových vozidel.

4.3.1. DAF LF Hybrid

Nizozemský výrobce nákladních vozidel DAF v současné době prodává model DAF LF Hybrid v České Republice, Německu, Nizozemsku a Belgii. Vůz je vhodný pro rozvážkovou dopravu v městských aglomeracích, naopak dle výrobce není vhodný pro svoz odpadu od domu k domu.

Pro pohon vozidla využíván 4,5-litrový vznětový motor s výkonem 118kW a elektromotor s výkonem 44kW. DAF LF Hybrid má 4 provozní režimy: buď je pohaněn elektromotorem až do 30km/h a maximální dojezd až 2km/h, nebo probíhá rekuperace energie, pak funguje v hybridním modu a je pohaněn pouze pomocí spalovacího motoru.

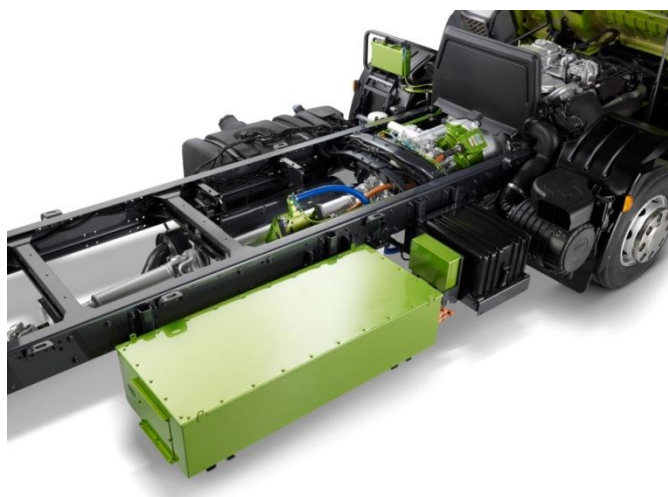
Dle výrobce lze dosáhnout úspory paliva až 20% oproti běžné verzi vozidla. Jedná se o “full-hybrid“ s paralelní koncepcí hybridního pohonu. Součástí výbavy DAF LF Hybrid je i “start-stop” systém. [18][19]



Obr.4-16.: DAF LF Hybrid [18]

Tab.4-17.: Parametry DAF LF Hybrid [18][19]

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



Obr.4-17.: DAF LF Hybrid - uložení baterie [18]



Obr.4-18.: DAF LF Hybrid - elektromotor, prostor mezi spojkou a převodovkou [18]

4.3.2. Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid

V roce 2007 společnost Daimler AG představila svůj první hybridní nákladní vůz Mercedes Atego Hybrid. Jedná se o první model v této kategorii hybridních užitkových vozidel. Vůz je vhodný pro rozvázkovou dopravu v městských aglomeracích. V roce 2011 Mercedes-Benz Atego získal ocenění „Truck of the year“.

Vozidlo je poháněno 4,8-litrovým vznětovým motorem s výkonem 160kW a elektromotorem 44kW. Elektromotor je umístěn mezi spojkou a šestistupňovou převodovkou Mercedes-Benz G 85-6 s automatizovaným řazením Telligent.

V porovnání s konvečně poháněnými vozidly Mercedes-Benz Atego hybrid dokáže ušetřit až 15% paliva. Koncepce pohonu je „paralelní“. Vozidlo využívá tzv. „start-stop“ systém, díky tomu dochází k výraznému snížení spotřeby paliva a k omezení hlučnosti při čekání na semaforech.[20][21]



1. Spalovací motor
2. Elektromotor
3. Hybridní systém
4. Chlazení hybridních komponent
5. Invertor
6. Baterie

Obr.4-19.: Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid - uspořádání hybridního pohonu

[22]

Tab.4-20.: Parametry Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid [21]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	Mercedes-Benz OM924LA diesel
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	4,8l
	Točivý moment	810Nm/1200-1600ot/min
	Výkon	160kW/2200 ot/min
Elektromotor	Druh	střídavý motor s perm. magn.
	Výkon	44kW
	Točivý moment	420Nm
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	1,9kWh
Celková hmotnost	12t	

4.3.3. MAN TGL 12.220 Hybrid

Výrobce užitkových vozidel a autobusu MAN představil v roce 2008 svůj první hybrid u modelu TGL 12.220

Pro pohon vozidla je využíván vznětový motor s výkonem 162kW a elektromotor s výkonem 40kW. Elektromotor je umístěn mezi spojkou a převodovkou.

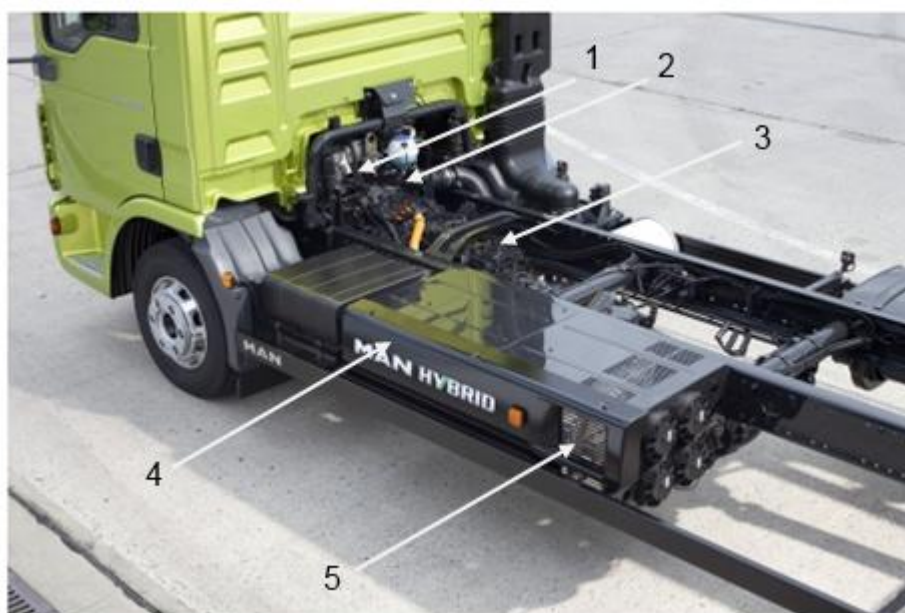
Umožňuje úspory paliva až o 15% oproti klasické verzi. Vozidlo je vybaveno “start-stop” systémem, který je aktivní v závislosti na četnosti zastávek. Koncepce pohonu je „paralelní“.[23][24]



Obr.4-21.: MAN TGL 12.220 Hybrid[24]

Tab.4-22.: Parametry MAN TGL 12.220 Hybrid [24]

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



1. Spalovací motor
2. Elektromotor
3. Hybridní systém
4. Baterie
5. Invertor

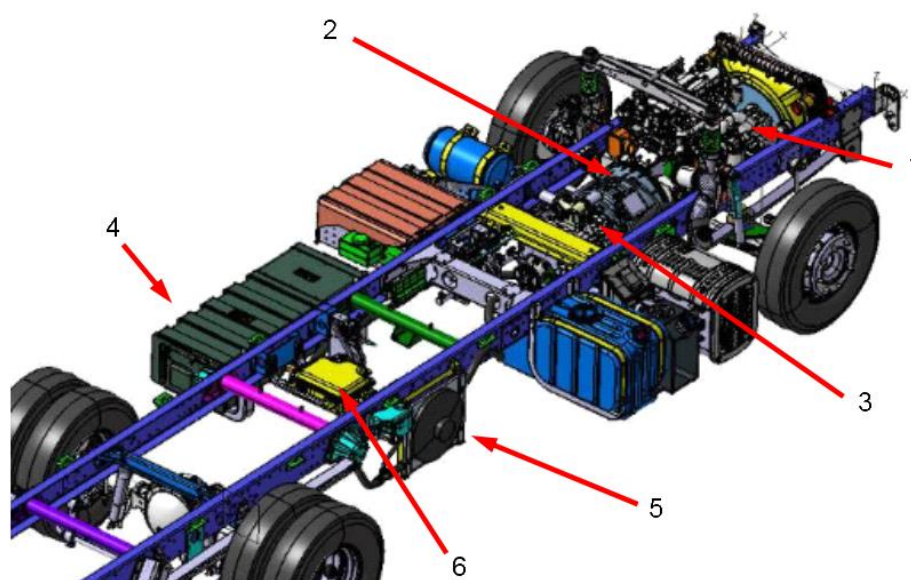
Obr.4-23.: MAN TGL 12.220 Hybrid- uspořádání hybridního pohonu [24]

4.3.4. Iveco Eurocargo Hybrid

Existují tři hybridní verze Iveco Eurocargo hybrid. První je 7,5 tunová verze, která je určena pro rozvážkový provoz do městských aglomerací, další je 12 tunová verze, která je určena pro městskou a příměstskou rozvážkovou službu a poslední je 15 tunový speciál - je určený pro svoz komunálního odpadu.

7,5 tunová verze vozidla je pohaněná 3,9-litrovým vznětovým motorem o výkonu 118kW a elektromotorem 44kW. Iveco Hybrid umožňuje jízdu až do 20km/h čistě na elektrický pohon.

Dle výrobce diesel-elektrický hybridní pohon umožňuje úsporu paliva až 15%. Vozidlo je vybaveno “start-stop” systémem a automatickou šestistupňovou převodovkou Eaton. Koncepce pohonu je „paralelní“. [25][26]



1. Spalovací motor
2. Elektromotor
3. Převodovka
4. Baterie
5. Hybridní systém, chlazení hybridních komponent
6. Invertor

Obr.4-24.: Iveco Eurocargo Hybrid - uspořádání hybridního pohonu [25]



Obr.4-25.: Iveco Eurocargo Hybrid [26]

Tab.4-26.: Parametry 7,5tunove verze Iveco Eurocargo Hybrid: [25]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	Evro V Tector
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	3,9l.
	Točivý moment	530Nm/-
	Výkon	118kW/-
Elektromotor	Druh	střídavý motor s perm.mag
	Výkon	44kW
	Točivý moment	420Nm
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	1,9kWh
Celková hmotnost	7,5t	

4.3.5. Shrnutí

Nejčastější řešení pro tyto vozidla je paralelní uspořádání hybridního pohonu, elektromotor o výkonu 44kW, kapacita akumulátoru 2kWh a hmotnost vozidla do 12 tůn. Úspora paliva se u těchto vozidel může dosahovat až 15%.

4.4. Hybridní komunální vozidla

Hybridní pohon se u těchto vozidel používá z důvodu často opakujících cyklu rozjezd-brzdění, což umožňuje rekuperovat brzdou energii. Dalším důvodem je nižší hlučnost při rozjezdu až o 50% ve srovnání s běžnými verzemi komunálních vozidel.

4.4.1. Volvo FE hybrid

Švédský výrobce užitkových vozidel Volvo Trucks začal testovat svůj první hybridní model v roce 2008. V roce 2011 Volvo Trucks spustil výrobu omezené série 100 vozů FE hybrid. V současné době Volvo FE hybrid se prodává ve 13 evropských zemích: ve Švédsku, Norsku, Finsku, Dánsku, Německu, Rakousku, Velké Británii, Itálii atd.

Existují dvě hybridní verze Volvo FE hybrid, první verze je pro sběr odpadu, druhá verze je pro distribuce zboží ve městě.

Popelařská verze vozidla je pohaněná 7,2-litrovým vznětovým motorem o výkonu 221kW a elektromotorem 120kW. Volvo FE hybrid umožňuje jízdu až do 20km/h čistě na elektrický pohon. Elektromotor MDS je umístěn mezi spalovacím motorem a převodovkou I-Shift.

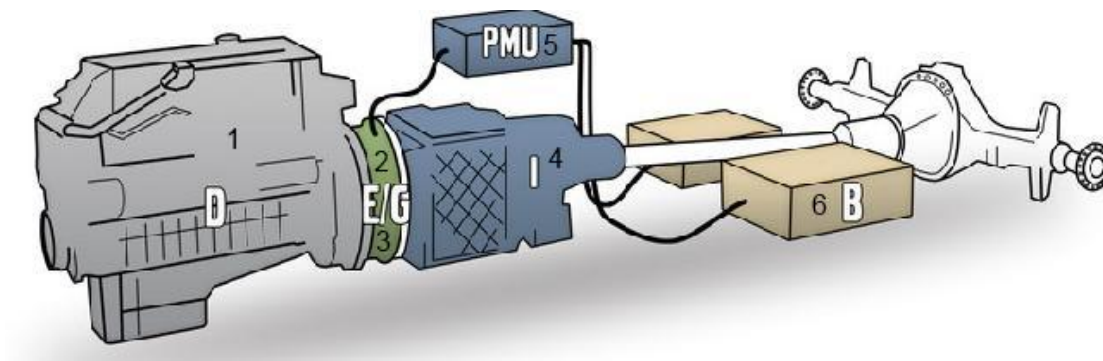
Dle výrobce hybridní pohon u popelařské verze umožňuje úspory paliva až 30% oproti klasické verze. Jedná se o “full-hybrid“ s paralelní koncepcí hybridního pohonu.[27]

Tab.4-27.: Parametry Volvo FE hybrid [27]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	D7F
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	7,2l
	Točivý moment	1160Nm/od 1200 do 1800 ot/min
	Výkon	221kW/2300 ot/min
Elektromotor	Druh	-
	Výkon	120kW
	Točivý moment	800Nm
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	5kWh
Celková hmotnost	26t	



Obr.4-28.: Volvo FE hybrid [27]



1. Spalovací motor
2. Elektromotor
3. Invertor
4. Převodovka I-Shift
5. Jednotka řízení
6. Baterie

Obr.4-29.: Volvo FE hybrid – uspořádání paralelního pohonu [27]

4.4.2. Renault Premium Distribution Hybrys Tech

Renault Trucks je velkým výrobcem nákladních vozidel už dlouhou dobu. Zabývá se rozvojem užitkových vozidel s alternativním pohonem. Nabídka hybridní technologii společnosti Renault Trucks je představena na konceptu Hybrys. Existují tři verze tzv. Hybrisu: první je 19-tunová dvounápravová verze, další je 26-tunová popelařská verze a poslední je 26-tunová třínapravová verze.

Hybrys je pohaněny 7,2-litrovými vznětovými motory s výkonem 221kW,250kW nebo 310kW a elektromotory 70kW nebo 120kW. Vozidlo umožňuje jízdu až do 20km/h čistě na elektrický pohon. Maximální dojezd vozidla při využití výhradně elektrického pohonu činí 2 km.

V závislosti na použití, úspora paliva může dosahovat až 35% oproti běžné verzi. Jde o tzv. “full-hybrid“ s paralelní koncepce hybridního pohonu.

Uspořádání pohonu je stejně jako u předchozího modelu Volvo FE hybrid.[28][29]

Tab.4-30.: Parametry Renault Premium Distribution Hybrys Tech [29]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	Dxi 7
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	7,2l
	Točivý moment	1150Nm/1200 ot/min
	Výkon	221kW/- ot/min
Elektromotor	Druh	-
	Výkon	120kW
	Točivý moment	800Nm
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	5kWh
Celková hmotnost	26t	



Obr.4-31.: Renault Premium Distribution Hybrys Tech[28]



Obr.4-32.: Renault Premium Distribution Hybrys Tech – batterie[28]

4.4.3. Mercedes-benz econic bluetec hybrid

Mercedes-benz Trucks v roce 2008 představil hybridní model Econic, který je určen pro svoz komunálního odpadu. Diesel-elektrický model Econic je založen na třinápravovém NLA podvozku Econic 2629. Podvozek vozidla je vybaven řízenou vlečenou nápravou.

Mercedes-benz Econic Hybrid je pohaněn 6,4-litrovým vznětovým šestiválcem s výkonem 187kW a elektromotorem 44kW. Vozidlo je vybaveno 6-stupňovou automatickou převodovkou.

Úspora paliva dosahuje až 30% oproti klasickému modelu vozidla. Součástí výbavy je také “start stop” systém. Jedná se o paralelní koncepcí pohonu.

Existuje také hybridní model Econic NGT na alternativní palivo CNG. Tento model je vybaven 6,9-litrovým motorem o výkonu 218kW a elektromotorem o výkonu 44kW. Vyrobcem udává snížení spotřeby paliva až o 60%. [30][31]



Obr.4-33.: Mercedes-benz econic bluetec hybrid[32]



Obr.4-34.: Mercedes-benz econic bluetec hybrid - uložení baterie[31]

Tab.4-35.: Parametry Mercedes-benz econic bluetec hybrid [31]

Druh hybridního pohonu	Paralelní	
Spalovací motor	Model motoru	OM 906 LA
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	6,4l
	Točivý moment	900Nm/od 1400 do 1600 ot/min
	Výkon	187kW/2200ot/min
Elektromotor	Druh	-
	Výkon	44kW
	Točivý moment	-
Akumulátor	Druh	Li-ion
	Kapacita	1,9kWh
Celková hmotnost	26t	

4.4.4. Peterbilt Model 320 Hydraulic Hybrid

Hydraulický hybrid Peterbilt byl poprvé představen na veletrhu Mid-America Trucking Show v Louisville.

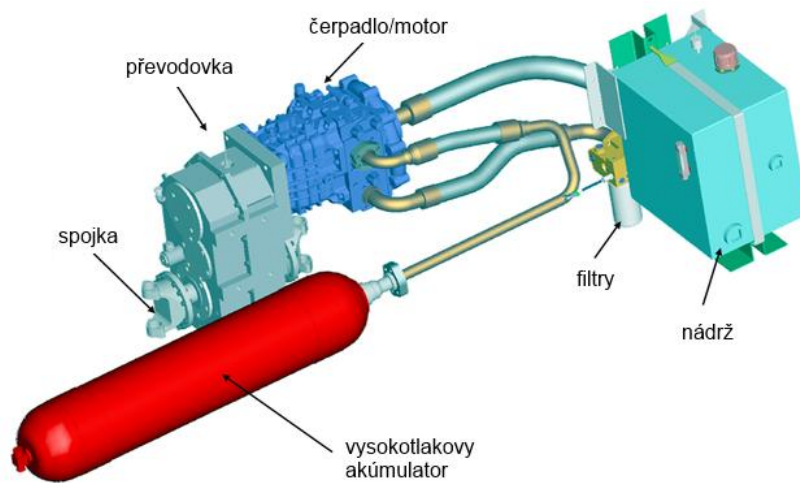
Model je vybaven HLA systémem, který zachycuje část kinetické energie vozidla v podobě hydraulického tlaku při brzdění, pak dochází k opačnému jevu, tato energie se uvolňuje a pomáhá při rozjezdu vozidla.. Díky tomu systému úspora paliva dosahuje až 30%. Vozidlo je poháněno 8,9-litrovým spalovacím motorem na CNG o výkonu 239 kW. [33][34]

Tab.4-36.: Parametry Peterbilt Model 320 Hydraulic Hybrid [34]

Druh hybridního pohonu	Hydraulicky hybrid	
Spalovací motor	Model motoru	Cummins Westport ISL-G
	Druh	CNG
	Zdvihový objem	8,9l
	Točivý moment	1356Nm/-ot/min
	Výkon	239kW/-ot/min
Elektromotor	Druh	-
	Výkon	-
	Točivý moment	-
Akumulátor	Druh	Hydropneumaticky
	Kapacita	-
Celková hmotnost	-	



Obr.4-36.: Peterbilt Model 320 Hydraulic Hybrid [33]



Obr.4-37.: Peterbilt Model 320 Hydraulic Hybrid – HLA systém [34]

4.4.5. Shrnutí

Typickým řešením pro tyto vozidla je paralelní koncepce pohonu a hmotnost vozidla 26 tun. Méně obvyklým řešením je systém hydraulického hybridu od společnosti Peterbilt.

4.5. Hybridní zemní stroje

Jedním z hlavních důvodů hybridizace zemních strojů je nutnost nabídnout zákazníkům stroje šetrné k životnímu prostředí s vynikajícími výkonovými parametry při současném výrazném snížení provozních nákladů. [35]

Hybridní zemní stroje jsou poháněné hybridním systémem skládajících se z elektromotoru pro otáčení věže, elektromotoru/generátoru, kondenzátoru s měničem a vznětového motoru. Systém využívá pohybovou energii otoče a ukládání energie v kondenzátoru. Energie z kondenzátorů využívána při opětovném otáčení otočné nástavby nebo pomáhá pohánět generátor umístěný mezi vznětovým motorem a hydraulickými čerpadly. Vznětovému motoru pak napomáhá pohánět hydraulická čerpadla a tím zmenšit špičkovou potřebu výkonu.

4.5.1. Komatsu PC200-8 Hybrid

Komatsu PC200-8 Hybrid je prvním hybridním stavebním strojem. První prototyp byl představen v roce 2003, sériová výroba byla zahájena v roce 2008. V dnešní době tento model se prodává v Japonsku, Číně, USA a Evropě. Existují dva modely hybridního rypadla PC200-8 HB205-1 a HB215LC-1.

Hybridní rypadlo Komatsu pohání vznětový motor o výkonu 104kW. Většina hybridních komponentů je vyráběná společností Komatsu. Díky hybridnímu systému úspora paliva dosahuje až 25-40%.

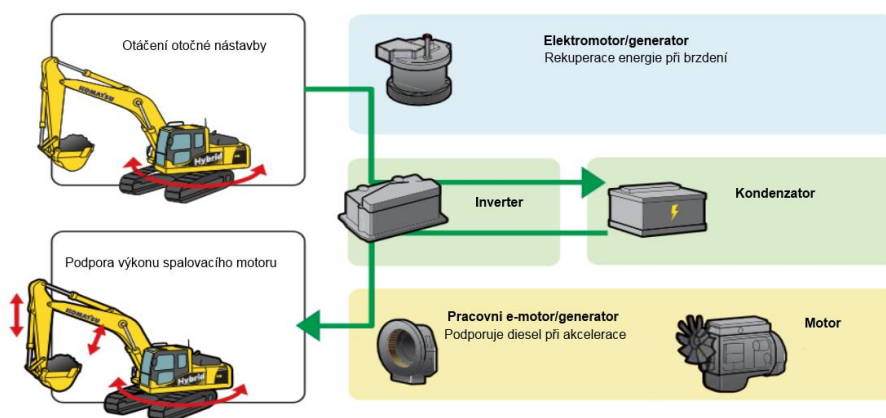
Rypadlo je vybaveno systémem bezdrátového přenosu dat KOMTRAX, který posílá informace zákazníkovi o stavu stroje a upozorňuje na blížící se údržbu. [35]



Obr.4-38.: Komatsu PC200-8 Hybrid [35]

Tab.4-39.: Parametry Komatsu PC200-8 Hybrid [35]

Druh hybridního pohonu	Hydraulický hybrid	
Spalovací motor	Model motoru	Komatsu SAA4D107E-1-A
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	-
	Točivý moment	-
	Výkon	104kW/2000ot/min
Elektromotor	Druh	-
	Výkon	-
	Točivý moment	-
Akumulátor	Druh	superkondenzátor
	Kapacita	-
Celková hmotnost	21,2t	



Obr.4-40.: Komatsu PC200-8 Hybrid - princip činnosti [35]



Obr.4-41.: Komatsu PC200-8 Hybrid – inverter a kondenzátor [35]



1. Kondenzátor
2. Invertor
3. Elektromotor/generátor
4. Vznětový motor
5. Pracovní elektromotor/generátor
6. Hlavní čerpadlo

Obr.4-42.: Komatsu PC200-8 Hybrid - uspořádání hybridního pohonu [35]

4.5.2. Shrnutí

Do kategorie hybridních zemních strojů lze také zařadit *Cat 336EH* a *Hitachi ZH200*. Tyto hybridní zemní stroje pracují na stejném principu jako model Kamatsu. Z důvodu nedostatku informací, jsem tyto modely podrobněji nepopisoval.

Obvyklá hmotnost u hybridních zemních strojů je 21 tun a úspora paliva může dosahovat až 40%.

4.6. Hybridní vysokozdvížné vozíky a nakladače

Kombinace spalovacího motoru, elektromotoru a akumulátoru zajišťuje výkonný a zároveň úsporný provoz těchto typů vozidel.

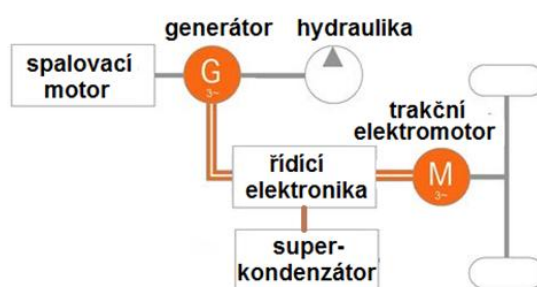
4.6.1. STILL RX70 HYBRID

STILL RX70 je první vysokozdvížný vozík na světě se zpětným získáváním energie. Existují dvě hybridní verze RX70, 3-tunová a 3,5-tunová.

Energie, která vzniká při brzdění, se ukládá do dvouvrstevých kondenzátorů. Takto vzniklá energie se pak využívá při akceleraci. Díky kombinaci vznětového motoru, elektromotoru a dvou systémů ukládání energie lze dosáhnout úspory paliva až 20%. [36]



Obr. 4-43.: STILL RX70 HYBRID [36]



Obr. 4-44.: - uspořádání hybridního pohonu [36]

Tab. 4-45.: Parametry STILL RX70 HYBRID [36]

Druh hybridního pohonu	-	
Spalovací motor	Model motoru	BXT
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	1,9l
	Točivý moment	-
	Výkon	30kW/2600ot/min
Elektromotor	Druh	-
	Výkon	8kW
	Točivý moment	-
Akumulátor	Druh	superkondenzátor
	Kapacita	-
Celková hmotnost	3t	

4.6.2. The Toyota Hybrid Concept Forklift

Hybridní vysokozdvizný vozík od společnosti Toyota Industries Corporation poprvé byl představen na veletrhu CEMAT 2008. Hybridní technologie pro tento model byla převzata od hybridního osobního vozu Toyota Prius. Díky novému hybridnímu systému, který je určen pro vysokozdvizný vozíky úspory paliva dosahují až 50% oproti běžnému modelu stejné hmotnosti. Hmotnost vozíku je 2,5 t. [37]

Hybridní vozík od společnosti Toyota stále nachází ve stadiu rozvoje, a proto existuje jen koncepční model.

Technická specifikace pro tento model nebyla nalezena.



Obr. 4-46.: The Toyota Hybrid Concept Forklift [37]



Obr. 4-47.: The Toyota Hybrid Concept Forklift [37]

4.6.3. Volvo L220F Hybrid

Volvo L220F Hybrid poprvé byl představen v roce 2008 na tiskové konferenci ve švédské Eskilstuně.

Pro hybridní model Volvo se používá úplně stejný vznětový motor jako u klasické verze. V kombinaci s elektromotorem tato verze nakladače je mnohem výkonnější než běžný model.

Hybridní nakladač je vybaven motorem o výkonu 261kW a elektromotorem o výkonu 50kW. Elektromotor zvyšuje krouticí moment vznětového spalovacího motoru při startu a v době provozu stroje. (viz. *Obr.4-51*). Díky hybridnímu systému všechna elektrická zařízení mohou pracovat s vypnutým vznětovým motorem.

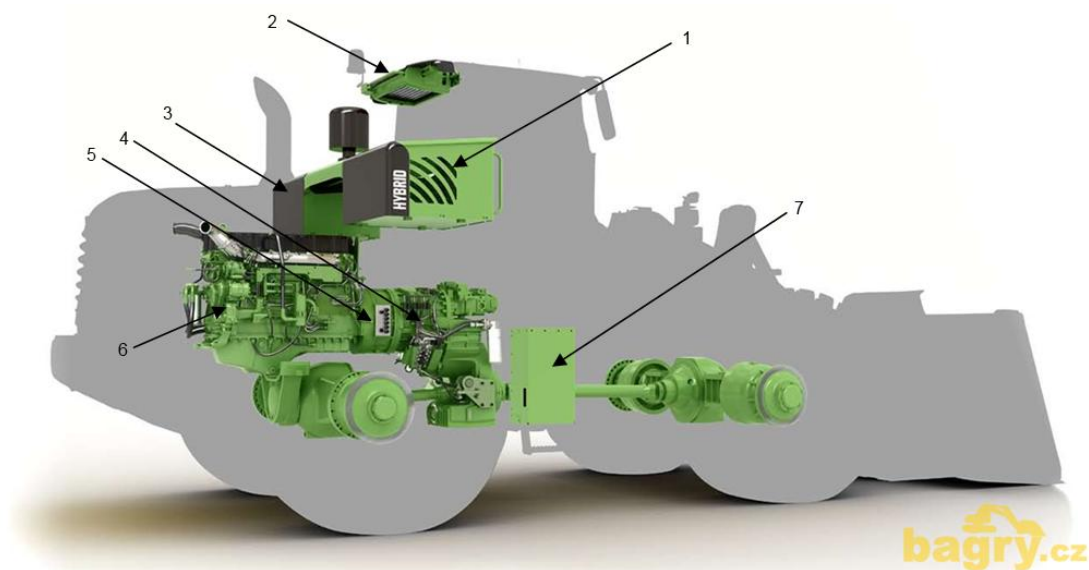
Vyrobce uvádí snížení spotřeby pohonných hmot až o 10%. [38]

Tab. 4-48.: Parametry Volvo L220F Hybrid: [38]

Druh hybridního pohonu	-	
Spalovací motor	Model motoru	<i>Volvo D12D LB E3</i>
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	-
	Točivý moment	1765Nm/1400ot/min
	Výkon	261kW/1600ot/min
Elektromotor	Druh	-
	Výkon	50kW
	Točivý moment	700Nm
Akumulátor	Druh	-
	Kapacita	-
Celková hmotnost	20,75t	

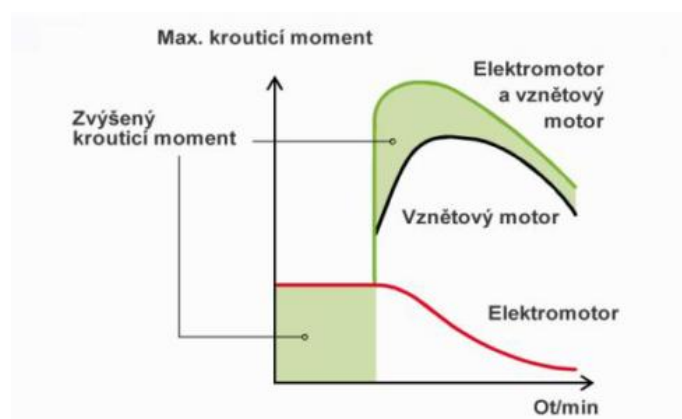


Obr.4-49.: Volvo L220F Hybrid [38]



1. Baterie
2. Systém řízení klimatizace
3. Řídicí jednotka HybriPower
4. Automatická převodovka Power Shift
5. Elektromotor/generátor
6. Vznětový motor Volvo D12D
7. Napájecí zdroj

Obr.4-50.: Volvo L220F Hybrid - uspořádání jednotlivých komponentů [38]



Obr.4-51.: Volvo L220F Hybrid - graf kroucího momentu e-motoru a vznětového motoru

[38]

4.6.4. Hitachi ZW220HYB-5B

Hybridní nakladač Hitachi ZW220HYB-5B je v prodeji od roku 2015. Princip činnosti je stejný jako u konkurenčních modelů. Stroj má k dispozici tři motory: zážehový, vznětový a elektrický. V případě potřeby většího výkonu tři motory pracují společně. Hmotnost nakladače je 18,2 tun. [39]

Technická specifikace pro tento model nebyla nalezena.



Obr.4-52.: Hitachi ZW220HYB-5B [39]

4.6.5. Atlas AR 65 Hybrid

Prototyp nakladače byl představen v roce 2007 na veletrhu Bauma. Tento model lze zařadit do kategorie lehkých hybridů.

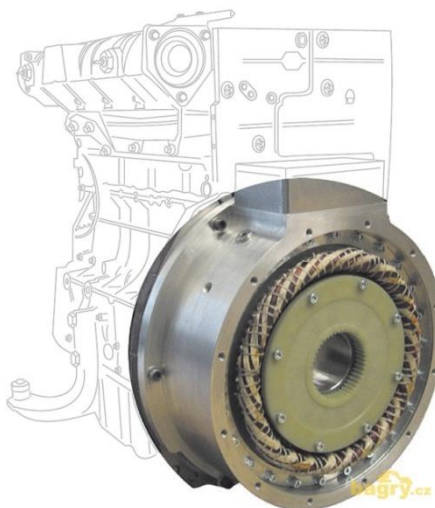
Atlas AR 65 Hybrid je poháněn 3,6-litrovým vznětovým motorem o výkonu 37kW a elektromotory s nominálním výkonem 10 kW a špičkovým výkonem 30kW. Součástí výbavy je „start-stop“ systém. Jedná se o tzv. „mild hybrid“. Dle výrobce úspora paliva může dosahovat až 20%. [40][41]



Obr.4-53.: Atlas AR 65 Hybrid [40]

Tab.4-54.: Parametry Atlas AR 65 Hybrid [40][41]

Druh hybridního pohonu	-	
Spalovací motor	Model motoru	Deutz D 2011 L4
	Druh	vznětový
	Zdvihový objem	3,6 l.
	Točivý moment	190Nm/1700ot/min
	Výkon	48kW/2600ot/min
Elektromotor	Druh	Synchronní
	Výkon	10kW nominální, 30kW špičkový
	Točivý moment	-
Akumulátor	Druh	-
	Kapacita	-
Celková hmotnost	-	



Obr.4-55.: Elektromotor umístěný na dieselovém motoru místo setrvačnicku [40]

4.6.6. Shrnutí

Do kategorie hybridních nakladače také můžeme zařadit tyto modely: Hyundai 220LC-9 od korejského výrobce a John Deere 644K Hybrid od amerického výrobce zemědělské a stavební techniky. Tyto hybridní modely pracují na stejném principu jako klasické hybridní nakladače a proto v této kapitole nebudou detailně popsány.

5. Výhody a nevýhody vozidel s hybridním pohonem

V závislosti na účelu použití hybridního pohonu u každé kategorie vozidel existují svoje výhody tak i nevýhody.

Hlavní výhody:

- Menší emise, možnost vjezdu i do „zakázaných oblastí“
- Nižší spotřeba paliva zejména v městě
- Tišší provoz zejména u komunálních vozidel
- Možnost rekuperace energie při brzdění
- Možnost krátkodobého zvýšení výkonů při rozjezdu

Hlavní nevýhody:

- Složitost hnacího ústroje
- Vyšší pořizovací cena
- Větší velikost a hmotnost baterie
- Malá kapacita baterie

6. Závěr:

Cílem této bakalářské práce bylo popsat problematiku současných typů užitkových vozidel, stavebních a zemních strojů s hybridním pohonem. V závislosti na použití a hmotnosti vozidel mnou byli vytvořeny jednotlivé kategorie pro každé vozidlo. Z důvodu, že rozvoj hybridních užitkových vozidel začal teprve nedávno, technické údaje jsou u mnoha vozidel obtížně dostupné a proto nejsou vždy v tabulkách uvedeny.

Hybridní pohon je v současné době nejvýraznějším technickým pokrokem pro snížení spotřeby pohonných hmot. Ale z důvodu vyšší ceny hybridního vozidla nejsou tyto vozidla nejlepší alternativou běžným verzím. Do budoucna můžeme očekávat, že technologie hybridních pohonu u užitkových vozidel dostane významnějšího pokroku než je tomu dnes.

Použité zdroje

- [1] Morkus, Josef. *Přednášky Hybridní pohony* [online]. [2015] Dostupný z: <https://studium.fs.cvut.cz/studium/u12120/2211150-Hybridni_pohony/>
- [2] Hromádko, Jan. *Speciální spalovací motory a alternativní pohony*. Grada Publishing, Praha 2012 ISBN 978-80-247-4455-1
- [3] Historie hybridních aut 1,2,3 díly [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.hybrid.cz/clanky/historie-hybridnich-aut-1-dil>>
- [4] Perspektívne alternatívne pohony automobilov [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.posterus.sk/?p=11179>>
- [5] Hydraulický hybridní systém Bosch [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.motofocus.cz/novinky/3625,hydraulicky-hybridni-system-bosch-prunik-rozumu-s-radosti-z-jizdy>>
- [6] Eaton vyvíjí hydraulický hybridní systém [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.autoweb.cz/eaton-vyvi-ji-hydraulicky-hybridni-system/>>
- [7] E-SERIES CUTAWAY Specifications [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.ford.com/commercial-trucks/eseries-cutaway/specifications/engine/>>
- [8] XL Hybrids Box Trucks [online]. [2015] Dostupný z: <http://www.xlhybrids.com/sites/default/files/XLHybrids_BoxTruck.pdf>
- [9] 2014 Chevrolet Express 3500 Passenger Van [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.gmfleet.com/chevrolet/express-3500-passenger-van.html>>
- [10] XL Hybrids Cargo Vans [online]. [2015] Dostupný z: <http://www.xlhybrids.com/sites/default/files/XLHybrids_CargoVans.pdf>
- [11] FedEx to Launch Commercial Hybrid-Electric Vans from Iveco in Europe [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.greencarcongress.com/2007/10/fedex-to-launch.html>>
- [12] Prospects for alternative drive trains [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.vda.de/en/services/Publications/Publication.~913~.html>>

- [13] Iveco Daily 35SI2V [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.iveco.cz>>
- [14] Hino Hybrid COE [online]. [2015] Dostupný z: <http://www.hino.com/trucks/story_1036.php>
- [15] Canter Eco Hybrid [online]. [2015] Dostupný z: <http://www.mitsubishi-fuso.com/en/products/truck/canter_hev/12/index.html>
- [16] Eco hybrid [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.fuso.co.nz/canter/eco-hybrid/>>
- [17] Fuso Canter Eco Hybrid Vstoupilo do Evropy [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.auto.cz/fuso-canter-eco-hybrid-vstoupilo-evropy-70748>>
- [18] DAF LF Hybrid [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.daf.eu/UK/Trucks/Model-range/Pages/DAF-LF-Hybrid.aspx>>
- [19] DAF uvedl na český trh hybridní model LF [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.dnoviny.cz/silnicni-doprava/daf-uvvedl-na-cesky-trh-hybridni-model-lf>>
- [20] Nákladák Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid má ocenění [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.hybrid.cz/novinky/nakladak-mercedes-benz-atego-bluetec-hybrid-ma-oceneni>>
- [21] Atego ve třídě 12t na hybridní pohon [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.business-car.cz/ekologie/atego-ve-tride-12-t-na-hybridni-pohon>>
- [22] The new Atego Bluetec Hybrid [online]. [2015] Dostupný z: <<http://tools.mercedes-benz.co.uk/current/trucks/brochures/products/atego-bluetec-hybrid.pdf>>
- [23] Truck of the Year – hybridní nákladní vozidla – Hybridy v Lyonu [online]. [2015] Dostupný z: <http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/testy/truck-of-the-year-hybridni-nakladni-vozidla-hybridy-v-lyonu_40857.html>
- [24] TGL 12.220 Hybrid [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.hybrid-autos.info/Nutzfahrzeuge/MAN/tgl-12220-hybrid-2010.html>>
- [25] Webinar: Hybrid Commercial vehicles understanding the fuel and cost saving [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.automotiveworld.com/img/webinars/10-05-25-hybrid-commercial-vehicles.pdf>>

- [26] Kostenkiller für die Stadt [online]. [2015] Dostupný z: <http://www.eurotransport.de/test/iveco-eurocargo-hybrid-75E16-kostenkiller-fuer-die-stadt-649411.html>>
- [27] Volvo FE Hybrid: Omezená série pro Evropu [online]. [2015] Dostupný z: <http://www.auto.cz/volvo-fe-hybrid-omezena-serie-evropu-57642>>
- [28] THE FIRST GENERATION OF RENAULT TRUCKS HYBRID VEHICLES COMPLETES ITS MISSION SUCCESSFULLY [online]. [2015] Dostupný z: <http://corporate.renault-trucks.com/en/press-releases/the-first-generation-of-renault-trucks-hybrid-vehicles-completes-its-mission.html>>
- [29] Koncept Hybrys od Renault Trucks [online]. [2015] Dostupný z: http://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/koncept-hybrys-od-renault-trucks_13755.html>
- [30] Mercedes-Benz Econic Bluetec Hybrid im Test [online]. [2015] Dostupný z: <http://www.ingenieur.de/Themen/Automobil/Mercedes-Benz-Econic-Bluetec-Hybrid-im-Test>>
- [31] Hybrid garbage trucks from Mercedes-Benz [online]. [2015] Dostupný z: <http://articles.sae.org/5509/>>
- [32] Mercedes-Benz – gibridnye gruzoviki Econic BlueTec Hybrid и Econic NGT Hybrid [online]. [2015] Dostupný z: http://www.gruzovikpress.ru/article/novelties/2009_04_A_2009_04_27-10_17_29/>
- [33] Peterbilt Launches Model 320 Hydraulic Hybrid [online]. [2015] Dostupný z: http://puregreencars.com/greencars/trucks/HybridTrucks/peterbilt_launches_model_320_hydraulic_hybrid.html>
- [34] Peterbilt 320 Hydraulic Hybrid [online]. [2015] Dostupný z: <http://www.greencarcongress.com/2010/03/model320h-20100326.html>>

- [35] Hybridní rýpadlo Komatsu HB215LC-1 snižuje spotřebu a šetří životní prostředí [online]. [2015] Dostupný z: <<http://stavebni-technika.cz/clanky/hybridni-rypadlo-komatsu-hb215lc-1-snizuje-spotrebu-a-setri-zivotni-prostredi>>
- [36] Dieselový a plynový vysokozdvížený vozíkRX 70 Hybrid 3,0 - 3,5 t [online]. [2015] Dostupný z: <http://www.still.cz/rx70_hybrid-cz.0.0.html>
- [37] Toyota Hybrid Concept Forklift makes European debut at CeMAT [online]. [2015] Dostupný z: <<http://www.toyota-forklifts.eu/En/News/News/Pages/toyota-hybrid-concept-forklift.aspx>>
- [38] Prototyp Volvo L220F Hybrid je výkonnější než běžné nakladače [online].[2015] Dostupný z:<http://bagry.cz/cze/clanky/recenze/prototyp_volvo_l220f_hybrid_je_vykonnější_než_běžné_nakladace>
- [39] Gibridnyy pogruzchik ot Hitachi [online]. [2015] Dostupný z: <<http://autoline.com.ua/news/gibridnyy-pogruzchik-ot-Hitachi-1407740098127043.html>>
- [40] Prototyp nakladače Atlas AR 65 Hybrid aneb kam zatím dospěl vývoj hybridních technologií [online]. [2015] Dostupný z: <http://bagry.cz/cze/clanky/recenze/prototyp_nakladace_atlas_ar_65_hybrid_aneb_kam_zatim_dospel_vyvoj_hybridnich_technologii>
- [41] TCD 2011 [online]. [2015] Dostupný z:<<http://www.kraftpower.com/wp-content/uploads/2012/05/Deutz-diesel-engine-TCD-2011-model-9-27-11.pdf>>