

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Bakalářská práce

2011

Nečil Vladimír

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Hybridní pohony nákladních automobilů a jejich technicko-ekonomické srovnání

Nečil Vladimír

Bakalářská práce

2011

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vladimír Nečil**
Osobní číslo: **D06228**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**
Název tématu: **Hybridní pohony nákladních automobilů a jejich technicko-ekonomické zhodnocení.**
Zadávací katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Důvody pro použití hybridních pohonů u nákladních automobilů.
2. Vývoj emisních předpisů EHK a norem kategorie M2, M3, N2, N3.
3. Přehled typů hybridních pohonů používaných u nákladních automobilů.
4. Přehled typů nákladních automobilů s hybridním pohonem a jejich technické parametry.
5. Ekonomické srovnání nákladních automobilů s hybridním pohonem a s klasickým pohonem.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1] VLK,F.: Alternativní pohony motorových vozidel . Brno: Nakladatelství VLK, 2004, ISBN80-239-1602-5.

[2] Katedra elektrických pohonů a trakce ČVUT v Praze [on-line],
<<http://motor.field.cvut.cz/>>

[3] Automatizace.cz-Perspektivy hybridních vozidel [on-line],
<<http://www.automatizace.cz/article.php?a=1544>>

[4] Autorevue-emise škodlivin [on-line],
<<http://www.autorevue.cz/default.aspx?article=7043>>

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Milan Graja, CSc.

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: **25. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2011**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

dne

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 21. 11. 2011

Vladimír Nečil

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce, panu doc. Ing. Milanu Grajovi, CSc, za věnovaný čas a trpělivost, po který mi poskytl spoustu důležitých informací a cenné připomínky, které mi pomohly při zpracovávání této práce. Dále bych chtěl poděkovat svojí rodině za trpělivost a podporu ve studiu.

V Pardubicích dne 28. 11. 2011

Nečil Vladimír

Anotace:

Tato práce se zabývá nákladními vozidly s hybridním pohonem. Dále pojednává o principu hybridních pohonů a jejich rozdělení. Představuje hybridní modely výrobců nákladních vozidel. Součástí práce je jejich technicko-ekonomické zhodnocení.

Klíčová slova:

Hybridní pohon, Emise, výfukové plyny, Akumulátor, Nákladní vozidla

Title:

Hybrid propulsions trucks and their techno-economic evaluation

Abstract:

This thesis focuses on trucks with the hybrid propulsion. It also considers the principle of hybrid propulsions and their classification, and introduces the models of the trucks producers. An integral part of the thesis is also their techno-economic evaluation.

Keywords:

Hybrid propulsions, emission, accumulator, trucks, petrol fumes

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Použití hybridních pohonů pro nákladní vozidla	11
2.1. Hybridní pohon	12
3. Vývoj emisních předpisů EHK/OSN a norem kategorie N2,N3,M2, M3.....	15
3.1. Emisní složky.....	16
3.2. Hodnoty škodlivin.....	19
4. Přehled typů hybridních pohonů používaných u nákladních automobilů	21
4.1. Sériové uspořádání hybridního pohonu	21
4.2. Paralelní uspořádání hybridního pohonu	22
4.3. Zdroj energie - Akumulátory	23
4.3.1. Olověné akumulátory (Pb).....	23
4.3.2. Akumulátory nikl – kadmiové (Ni – Cd).....	24
4.3.3. Akumulátory nikl – metalhydrid (Ni – MH)	24
4.3.4. akumulátory lithium – ion (Li – ion).....	25
4.3.5. Akumulátor vzduch – zinek.....	25
4.4. Superkondenzátor	26
4.5. Setrvačnik	26
5. Přehled typů nákladních automobilů s hybridním pohonem a jejich technické parametry.....	27
5.1. Volvo FE hybrid	27
5.2. Renault Premium Distribution Hybrys Tech	30
5.3. MAN TGL 12.220	32
5.4. Iveco Eurocargo Hybrid.....	34
5.5. PACCAR	35
5.5.1. DAF LF hybrid	36
5.5.2. Kenworth T270, T370	39
5.5.3. Peterbilt 335 hybrid	39
5.5.4. Peterbilt 320 hybrid	40
5.6. Mercedes Benz.....	40
5.6.1. Axor bluetec Hybrid	40
5.6.2. Mercedes Atego BlueTec Hybrid	41
5.6.3. Econic BlueTec Hybrid	42
5.6.4. Econic NGT Hybrid	43

5.7.	Daimler AG.....	43
5.7.1.	Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid.....	43
5.7.2.	Freightliner M2 106.....	44
5.8.	Hino Motors.....	44
5.9.	Nissan Cabstar Hybrid.....	45
6.	Technicko-Ekonomické srovnání nákladních automobilů s hybridním pohonem a s klasickým pohonem.....	47
6.1.	Technické hodnocení.....	47
6.2.	ekonomické hodnocení.....	50
6.2.1.	Porovnání ceny Nafty.....	50
6.2.2.	Údržba a servis vozového parku.....	52
6.3.	Řidič.....	53
7.	Závěr.....	55
8.	Použitá literatura.....	57
8.1.	seznam obrázků.....	59
8.2.	seznam tabulek :.....	60
8.3.	seznam grafů.....	60

1. Úvod

Je třeba zdůraznit, že za vznikem hybridních automobilů je nespokojenost, obyvatel žijících v městských aglomeracích, s objemem emisí látek znečišťující životní prostředí.

I přes vznik emisních norem, postupně vznikajících na celém světě, které upravují hodnotu emisí vypouštěné automobily je neustále zvyšován tlak na výrobce osobních i nákladních automobilů na to aby snižovaly hodnoty vypouštěných škodlivých látek.

Začala vznikat a používat se alternativní paliva, hybridní pohony, ale také elektromobily. Kvůli stále se zvětšujícímu počtu obyvatel a tím i prodaných automobilů se podíl skleníkových plynů tvořených automobilovou dopravou neustále zvětšuje.

Skupina výrobců nákladních vozidel, kterým vévodí velká sedma (Mercedes-Benz, MAN, DAF, Iveco, Scania, Volvo a Renault Trucks), testovala a představila mnoho vozidel na alternativní paliva nebo hybridní pohony.

Následně si představíme emise výfukových plynů, princip činnosti hybridního pohonu a vozidla s hybridním pohonem dodávaná výrobcí.

2. Použití hybridních pohonů pro nákladní vozidla

Dnes je nejčastěji využívána klasická koncepce, kterou tvoří spalovací motor spojený pevně s převodovkou, rozvodovkou a hnací nápravou. Automobily s touto koncepcí jsou po desítky let zdokonalovány, aby se co nejvíce přiblížily ekonomickým a technickým nárokům uživatelů. Tato vozidla mají vysoké výkony, stále lepší aerodynamiku, akceleraci, nižší spotřebu paliva, jehož doplňování je díky sítí čerpacích stanic velice jednoduché. Problém ovšem nastává ve vzniku škodlivých emisí, které se tvoří při chemickém procesu ve spalovacím prostoru samotného motoru, přes veškerou snahu tyto emise snižovat, nelze dosáhnout nulových hodnot. Nelze také opomenout, pohonné hmoty, které se vyrábí z ropy a množství ropy není neomezené

Tyto nedostatky dali vzniku vozidla poháněného pouze elektrickou energií. Jako nosiče této energie se používají elektrochemické akumulátory. Samotný akumulátor, jako nosič energie je velmi rozměrný, s vysokou hmotností a nízkou hustotou energie oproti palivům používaným ve spalovacích motorech, je nedostatečný. Elektromobil tak má vyšší hmotnost horší jízdní vlastnosti, samotný systém doplňování energie je zdlouhavý a náročný. Akumulátor, i když vydrží mnoho dobíjecích cyklů, také nemá neomezenou životnost, jeho likvidace je velice náročná a také nepatří k nejlevnějším zdrojům energie. Akumulátor, jehož vývoj zaznamenal za posledních deset let veliký pokrok, je i nadále neporovnatelný se současnými zdroji pro klasickou koncepci.

Elektromobil je sice vozidlo, které nevytváří zplodiny, avšak je třeba brát v úvahu, že musíme zajistit energii, kterou dobíjíme vozidlo a to se neobejde bez vytvoření škodlivých emisí (tepelné elektrárny), nebo jiných nebezpečných látek (jaderný odpad). Je třeba poznamenat, že vznik ropných krizí může změnit hodnotu elektromobilu natolik, že celkové náklady na jeho pořízení a provoz se stanou menšími než u klasických spalovacích motorů. Proto se elektromobil používá pouze v městském provozu, a i přesto že při brzdění lze rekuperovat energii a vracet ji do akumulátoru, dosahuje elektromobil dojezdu pouze okolo sto kilometrů.

2.1. Hybridní pohon

Na základě nedostatků klasické koncepce automobilů a elektromobilů vznikl jako alternativa hybridní pohon. Cílem hybridního pohonu je využít výhod obou druhů pohonů.

Pod pojmem „hybridní pohon“ se rozumí pohon využívající několika zdrojů energie (nejméně dvou) pro pohon jediného dopravního prostředku nebo stroje.

Pod pojem „hybridní vozidlo“ se rozumí takové vozidlo vybavené nejméně dvěma různými měniči (nosiči) energie a dvěma různými způsoby akumulace energie (umístěných na vozidle) za účelem pohonu vozidla;

V současné době se testují a vyvíjejí tyto druhy hybridních pohonů

Spalovací motor	elektromotor	Akumulátor	
Spalovací motor	Setrvačnick	(externí přívod trolej)	
Palivový článek	elektromotor	Akumulátor	
plynová turbína	generátor	akumulátor	elektromotor

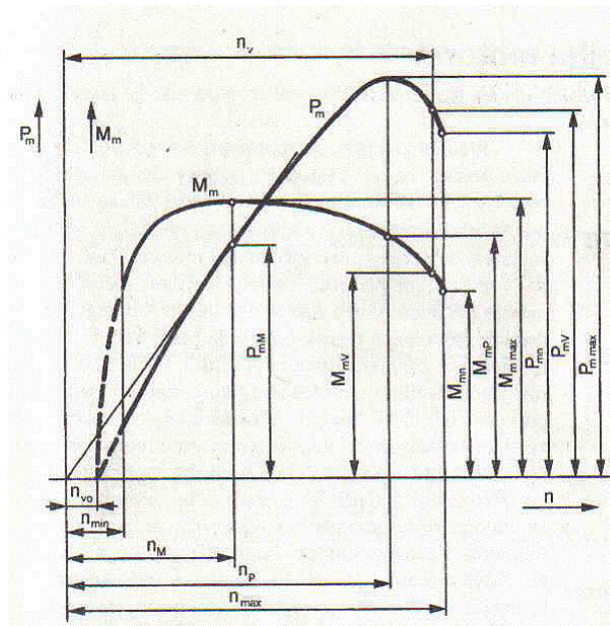
Tabulka 1. koncepce hybridních pohonů [4]

Cílem hybridního pohonu je využít výhod obou druhů pohonů.

Hlavním důvodem zavádění hybridních pohonů je účinnost spalovacího motoru. Účinnost spalovacího motoru se pohybuje mezi 25 – 35%. Je známo, že zážehové motory mají nižší účinnost než motory vznětové. Výrobci se snaží dosáhnout co nejlepších výsledků v oblasti účinnosti spalovacího motoru (tvarem pístu, řízením předstihu, tvarem trysky vstřikovače, atd.), ale nikdy nedosáhnou více než horní hranice pásma. Částečně proto, že množství energie ve formě tepla uniká bez využití.

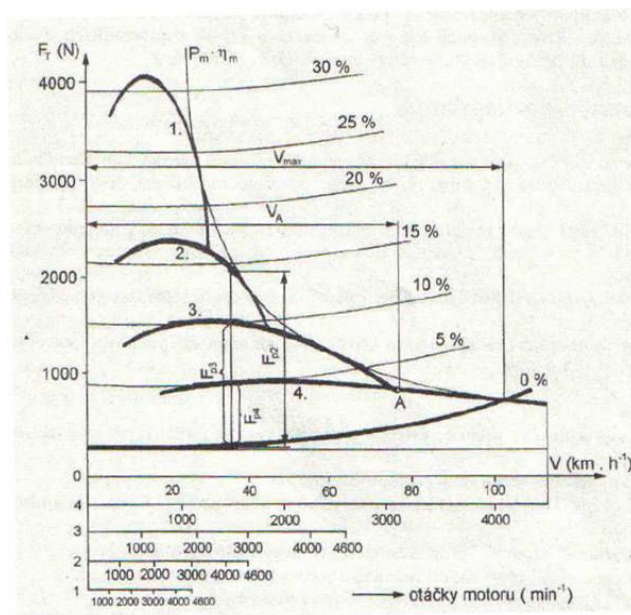
Dalším problémem je v tom, že spalovací motor dosáhne této účinnosti jen v optimálních podmínkách, což při běžném provozu se stává výjimečně. Jiným případem je režim provozu ve volnoběžných otáčkách kdy spalovací motor spotřebovává palivo, ale nekoná žádnou práci.

Spalovací motor je schopen pracovat v úzkém pásmu otáček, což vyžaduje použití převodovky. Převodovka jako každá mechanická část snižuje účinnost přenosu výkonu spalovacího motoru



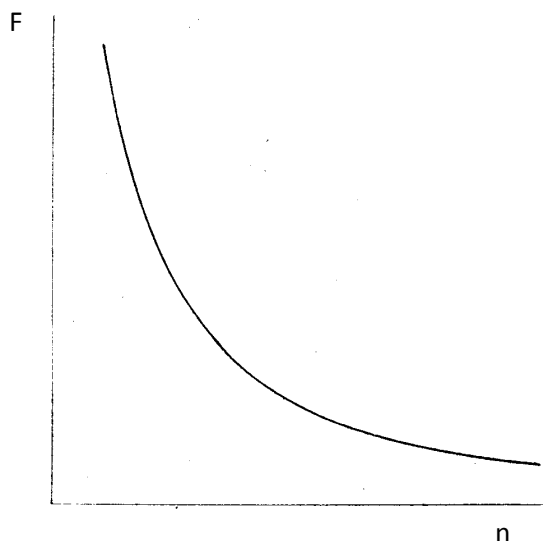
obr 2.1 výkonová a momentová charakteristika spalovacího motoru[5]

Na obr 2.1 je výkonová a momentová charakteristika spalovacího motoru



obr 2.2 Charakteristiky hnací síly motoru upravené převodovkou[5]

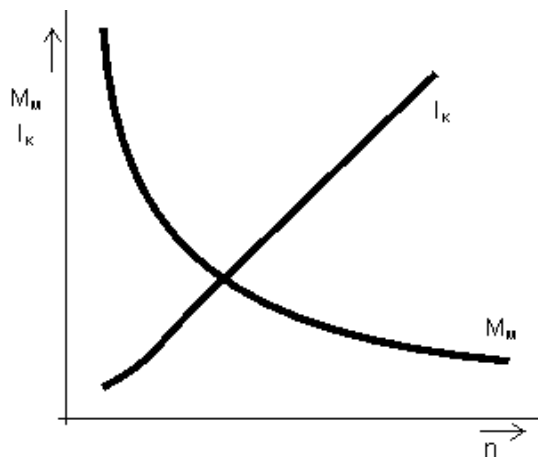
Na obr 2.2 je znázorněn průběh hnací síly motoru upravený pomocí převodovky; jak je patrné, snažíme se vřazením převodovky upravit charakteristiku spalovacího motoru tak, aby vyhovovala požadovanému průběhu hnací síly na nápravě (trakční hyperbole).



obr 2.3 Požadovaná charakteristika (trakční hyperbola)[5]

Na obr 2.3 je průběh požadované hnací síly na nápravě

Současné elektromotory mají účinnost kolem 95%. Pracují v širokém pásmu otáček.



obr 2.4 Charakteristika elektromotoru[5]

Na obr 2.4 je otáčková charakteristika sériového motoru, která i bez použití převodovky se více podobá požadovanému průběhu.

3. Vývoj emisních předpisů EHK/OSN a norem kategorie N2,N3,M2, M3

Nárůst exhalací v hustě osídlených oblastech, které z části tvoří emise výfukových plynů, jsou velice sledovaným kritériem. Dnes většina výrobců automobilů automaticky udává hodnotu CO₂ v technických datech ke každému vozu. Oxid uhličitý není jedinou složkou výfukových plynů.

Aby mohl být automobil provozován na silnicích, musí být homologován. Aby automobil splnil homologační kritéria, musí také plnit emisní normy.

Emisní normy upravují množství a složení výfukových plynů, které může automobil vypouštět do ovzduší. V České republice upravuje tyto hodnoty zákon č. 56/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Tyto předpisy vycházejí z norem Evropské hospodářské komise EHK a Evropského společenství (ES). [4]

OSN – Organizace Spojených Národů je mezinárodní organizace, jejímiž členy jsou téměř všechny státy světa. Výkonným orgánem je Rada bezpečnosti OSN, jíž přísluší základní odpovědnost za udržení mezinárodního míru a bezpečnosti a jejíž rezoluce jsou právně závazné. Dalšími hlavními orgány OSN jsou:

- Poručenská rada OSN,
- Mezinárodní soudní dvůr
- Sekretariát, v jehož čele stojí generální tajemník OSN.
- Ekonomická a sociální rada OSN – ECOSOC (pod kterou spadá 5 regionálních komisí):
 - Evropská hospodářská komise (EHK), (ECE – Economic Commission for Europe),
 - Africká hospodářská komise (ECA),
 - Hospodářská komise pro Latinskou Ameriku a Karibik (ECLAC),
 - Hospodářská a sociální komise pro Asii a Tichomoří (ESCAP),
 - Hospodářská a sociální komise pro západní Asii (ESCWA).

Evropská Společenství (ES) – označovalo tři společenství od roku 1965 založené v roce 1952(EHS, ESUO) a v roce 1957(Euratom):

- Evropské hospodářské společenství (EHS),
- Evropské společenství uhlí a oceli (ESUO)
- Evropské společenství pro atomovou energii (Euratom)

Evropská Společenství byla v roce 1992 podepsáním Maastrichtské smlouvy přejmenována na Evropské společenství (ES) a tvořila I. pilíř Evropské unie.

Po ratifikaci Lisabonské smlouvy v roce 2009 ES zanikla a právním nástupcem se stala Evropská Unie. [6]

Pro jednotné označení emisních norem se používá označení EURO + číslo patřičné normy (např. EURO 5) Na základě těchto norem se v Evropě snaží snižovat hodnoty CO, NO_x, HC a pevných částic

3.1. Emisní složky

- ***CO – (oxid uhelnatý)***

Bezbarvý plyn, bez chuti, bez zápachu, lehčí než vzduch, nedráždivý, výbušný. Oxid uhelnatý se váže na hemoglobin (krevní barvivo), rychleji než kyslík a tím je zabráněno kyslíku pronikat pře plíce do tkání. Oxid uhelnatý je vysoce jedovatý v uzavřených prostorech a je důsledkem nedokonalého spalování. Snahou regulace jeho objemu ve výfukových plynech byl vznik katalyzátorů, které přeměňovali za pomoci O₂ CO na CO₂.

- ***CO₂ – (oxid uhličitý)***

Bezbarvý plyn, bez chuti, bez zápachu, na rozdíl od CO je těžší než vzduch. Vzniká reakcí uhlíku s kyslíkem při spalování paliva ve spalovacích motorech, ale také při obyčejném dýchání. Je běžnou součástí atmosféry, je nedýchatelný, ale oproti CO není jedovatý.

Oxid uhličitý je jedna ze složek, která se podílí na vzniku skleníkového efektu. Je ovšem až v druhé řadě za vodní párou. Většina oxidu uhličitého obsaženého v atmosféře je přírodního původu. Doprava se podílí na vzniku oxidu uhličitého asi 13 procenty, což není tolik, Přesto je na výrobce automobilů vyvíjen tlak na snižování množství CO₂.

- ***N₂O oxid dusný***

Znám také pod názvem rajský plyn, za laboratorních podmínek bezbarvý, nehořlavý plyn s jemně nasládlou chutí. Patří mezi skleníkové plyny jeho vliv na skleníkový efekt je 200krát větší než CO₂. Při vdechování nejprve navozuje stavy veselosti, při vdechování po delší dobu nastává útlum dýchání nebo činnosti srdce se smrtelnými následky.

- ***NO₂ oxid dusičitý***

Jde o červenohnědý prudce jedovatý plyn v kapalném stavu je to žlutohnědá látka. Vzniká oxidací se vzdušným dusíkem při spalovacím procesu v motoru za vysokých teplot. Za účelem snižování CO₂ se snaží výrobci dosáhnout lepších spalovacích procesů s tím, ale souvisí i vyšší teploty a vznik NO₂.

- ***PM (pevné částice (saze))***

Vznikají při spalování paliva. Působí jako nosiče karcinogenů, mohou způsobit rakovinu plic

- ***HC – uhlovodík (jako nespálené uhlovodíky)***

Organická sloučenina, jež je složena pouze z atomů uhlíku a vodíku. Dělí se na :

Alifatické uhlovodíky	Acyklické uhlovodíky	Alkany
		Alkeny
		Alkyny
		Alkadieny
	Cyklické uhlovodíky	Cykloalkany
		Cykloalkeny
		Cykloalkyny
Aromatické uhlovodíky	Benzen v malém množství součást benzínu	

Tabulka 2. Rozdělení uhlovodíků[6]

Jsou součástí paliv a ve výfukových plynech se objevují v případě, že je směs příliš bohatá a není zde dostatek kyslíku. Nebo je směs příliš chudá a pro velké rozptýlení ve spalovacím prostoru nestačí dokonale prohořet

- ***SO₂ (oxid siřičitý)***

Bezbarvý, štiplavě páchnoucí, nehořlavý plyn. Vzniká spalováním síry, která je obsažena v malém množství v palivu ve spalovacím motoru. Má negativní vliv na katalyzátory. V ovzduší zvolna oxiduje se vzdušným kyslíkem za přítomnosti vody na kyselinu sírovou, která je příčinou kyselých dešťů.

- ***Pb (olovo)***

Těžký toxický kov, usazuje se hlavně v kostech a jen stěží se dá vylučovat z organismu. Dnes již v benzínu není obsaženo a je nahrazeno jinými aditiv, má využití hlavně v elektronice

- **N_2 (Dusík)**
Je z 78% obsažen v atmosféře, Je to bezbarvý, nejedovatý, nehořlavý plyn. Část dusíku reaguje (při vysokých teplotách) s kyslíkem a vznikají oxidy dusíku
- **O_2 (kyslík)**
nejedovatý, bezbarvý plyn bez chuti a zápachu. Obsažen 21% v atmosféře. Nedílnou součástí spalovacího procesu.
- **H_2O . (vodní pára)**
Nasávána se vzduchem. Vzniká také s CO_2 při dokonalém spalování [6]

3.2. Hodnoty škodlivin

Vývoj předpisu EHK 49 a EURO pro nákladní automobily a autobusy

Vývoj předpisu EHK 49	Ekvivalentní předpis EURO
49.00	
49.01	
49.02 A	EURO 1
49.02 B	EURO 2
49.03	EURO 3

Tabulka 3. Vývoj předpisu EHK 49 a EURO[9]

Pro snazší kontrolu byly stanoveny hodnoty množství škodlivých spalin –

Tabulka – Limitní hodnoty škodlivin (g/kWh) a kouřivosti (m-1) zavedené jednotlivými evropskými předpisy EURO pro motory využívané v nákladních automobilech a autobusech [7]

Předpis	Rok vstupu v platnost	Oxid uhelnatý (CO)	Uhlovodíky (HC)	Oxidy dusíku (NO _x)	Pevné částice (PM)	Kouřivost
EURO I	1992	4,5	1,1	8,0	0,612 (0,36)	
EURO II	1995	4,0	1,1	7,0	0,25 (0,15)	
EURO III	2000	2,1	0,66	5,0	0,10 (0,13)	0,8
EURO IV	2005	1,5	0,46	3,5	0,03	0,5
EURO V	2008	1,5	0,46	3,5	0,03	0,5
EEV	1999	1,0	0,25	2,0	0,02	0,15
EURO VI	2014	1,0	0,25	0,4	0,01	

Poznámky: Uváděný rok vstupu předpisu v platnost je platný jen pro nové typy (homologace) vozidel resp. motorů, o rok později pak pro všechna vozidla přihlašovaná do provozu. Emisní limity pro normy Euro 1 a 2 jsou stanoveny dle testovacího cyklu ECE R-49, od normy Euro 3 pak dle testů ESC & ELR. Limitní hodnoty EEV, zavedené směrnicí 2005/55 ES, jsou dobrovolné a vozidla, která je splňují, patří mezi ty typy zvláště šetřící životní prostředí. U normy Euro 6 se jedná zatím pouze o návrhy. Hodnoty v závorkách jsou buď pro výkonově odlišné typy motorů (např. u normy Euro 1 u prachových částic pro motory nad 85 kW), nebo vstoupily v platnost později (případ limitu na PM u Euro 2).

Tabulka 4. limitní hodnoty škodlivin v (g/kWh) a kouřivosti (m-1) stanovené jednotlivými normami EURO pro nákladní vozy a autobusy.[7]

Norma EEV je aktuálně nejpřísnější normou v současnosti pro vyráběné motory zvláště v oblasti pevných částic. Je třeba poznamenat, že tato norma není povinná, ale vozidla co ji splňují, jsou považována za ekologická.

Norma EURO 6 se připravuje a vstoupí v platnost v roce 2014

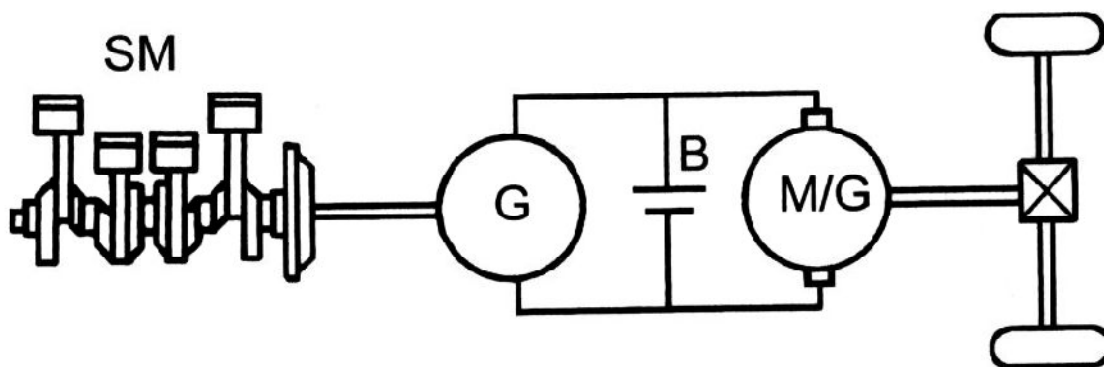
4. Přehled typů hybridních pohonů používaných u nákladních automobilů

Hybridní pohon je mezičlánkem v pohonu automobilu klasickým spalovacím motorem

a elektromotorem. Velký význam mají dosud provedené hybridní pohony skládající se z kombinace spalovacího motoru a elektrického pohonu. Účelné řešení je v kombinaci vždy dvou různých systémů pohonu tak, aby převládaly výhody při rozdílných provozních stavech hybridního pohonu, který umožňuje městský provoz bez emisí, spalovací motor mimo město umožňuje dobré jízdní výkony a velké dojezdy. Přesto i toto řešení klade požadavky na elektrické hnací komponenty (zvláště akumulátor), které nedosahují parametru dosud používaných pohonů.

Konstrukční uspořádání hybridních pohonů dělíme do dvou hlavních kategorií

4.1. Sériové uspořádání hybridního pohonu



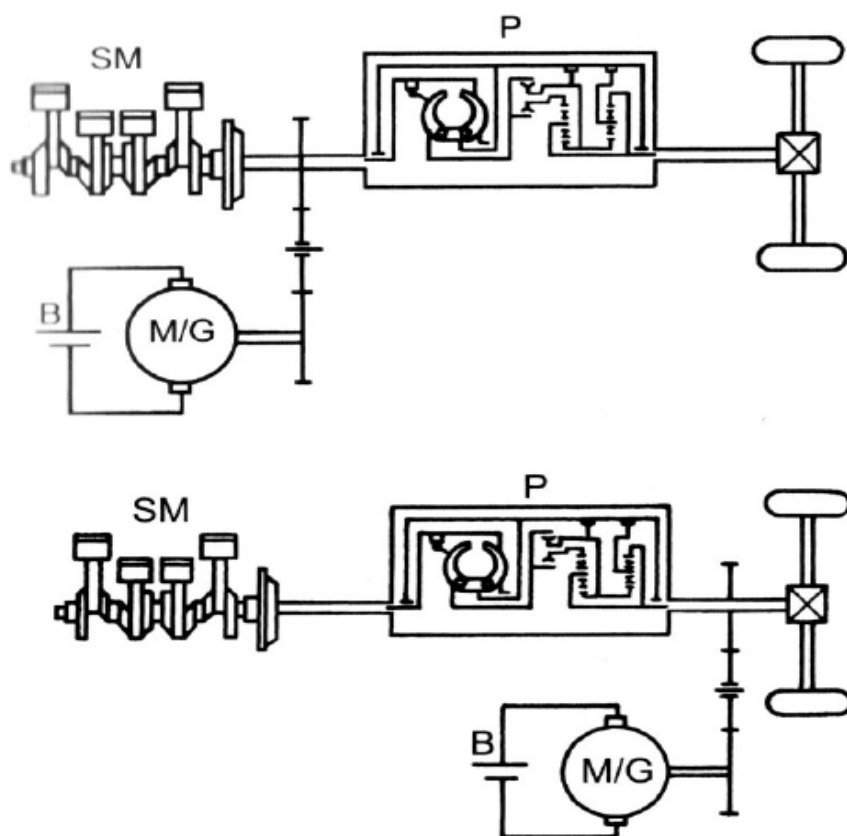
obr. 4.1 Sériové uspořádání hybridního pohonu SM – spalovací motor, G – Generátor, B – Baterie, M/G – Elektromotor pracující jako Motor-Generátor[8]

Tento druh uspořádání má jako pohon výhradně elektromotor. Spalovací motor, zde slouží především k pohonu generátoru, který mění mechanickou energii na elektrickou. Komponenty pohonu jsou vzájemně řazeny za sebou. Mechanické spojení spalovacího motoru sériového pohonu lze při konstantních otáčkách jen v optimálním režimu provozu, kvůli účinnosti a výfukovým emisím.

Spalovací motor lze provozovat v úzkém rozsahu otáček, nebo dokonce při konstantních otáčkách. Tím můžeme eliminovat nízkou efektivitu spalovacího motoru jako například ve volnoběžných otáčkách. Motor může být nastaven v optimálních otáčkách s nejvyšší účinností.

V okamžiku kdy baterie nejsou schopny dodat dostatek energie je automaticky nastartován spalovací motor. Vzhledem k vícenásobné přeměně energie a nízké účinnosti nabití baterie, i přes vynechání převodového ústrojí, pohybuje se mechanická účinnost mezi spalovacím motorem a nápravou okolo 55%.

4.2. Paralelní uspořádání hybridního pohonu



obr. 4.2 Paralelní uspořádání hybridního pohonu (na rozdíl od sériového pohonu musí být vybaven převodovkou) P – automatická planetová převodovka[8]

Jeho hlavní výhoda je v tom, že nedochází při provozu spalovacím motorem k žádnému zhoršení oproti vozidlům vybaveným pouze spalovacím motorem. Toto

uspořádání vyžaduje nezbytně při provozu spalovacím motorem další mechanický prvek a to převodovku. Maximální otáčky elektromotoru musí dosahovat maximálních otáček spalovacího motoru. Při současném zapnutí obou zdrojů lze velice výrazně zvýšit tažnou sílu i při nízkých otáčkách motoru. Paralelní uspořádání pohonu umožňuje pohon pouze spalovacím motorem tak i pohon jen za využití elektromotoru. V kombinovaném provozu zůstává trvale zapnut spalovací motor, teprve při požadavku prudkého zrychlení se zapojí i elektromotor.

Největší nevýhodou tohoto uspořádání je složitost soupravy oproti sériovému uspořádání tak i klasické koncepci. To souvisí hlavně v použití mechanického přenosu výkonu od spalovacího motoru potažmo elektromotoru na hnací nápravu. Tím nelze odstranit převodová ústrojí, která zvyšují hmotnost i cenu automobilu tak i vyžadují více místa.

4.3. Zdroj energie - Akumulátory

Pro spalovací motory je energie dodávána ve formě nafty nebo benzínu z nádrže vozidla

Pro elektromotory je zásobníkem elektrické energie akumulátor požadavky na akumulátory

- ekologická likvidace
- vysoká účinnost
- dlouhá životnost
- nízká hmotnost
- nenáročná údržba
- nízká pořizovací cena

U hybridních vozidel jsou používány různé druhy trakčních akumulátorů.

4.3.1. Olověné akumulátory (Pb)

Jejich konstrukce je zaměřena na vysokou životnost v provozu nabíjení a vybíjení. Akumulátory rozdělit podle konstrukce kladných elektrod na akumulátory s trubkovými a mřížkovými elektrodami. V malé trakci se používají akumulátory s kapacitou C_5 od 12 do 180 Ah. Pro velkou trakci se vyrábí články o hodnotě 2V pro kapacity C_5 od 110 do

1500Ah, články jsou dodávány plastových nebo ocelových izolovaných nádob a spojují v baterie o napětí 12V, 24V, 48 V. Akumulátory s trubkovými kladnými elektrodami a kapalným elektrolytem jsou nejrozšířenějším typem, vydrží až 1000 cyklů nabíjení a vybíjení než jejich kapacita C_5 dosáhne 80%. Akumulátory s mřížkovými kladnými elektrodami jsou levnější, ale jejich životnost je menší. Zpevnění pevných částí olova s vápníkem namísto antimonu a zavedení kapsových separátorů umožnilo vytvořit konstrukci zcela bez údržby.

4.3.2. Akumulátory nikl – kadmiové (Ni – Cd)

Světová produkce nikl – kadmiových akumulátorů se pohybuje okolo 10% produkce olověných akumulátorů. Vyrábějí se jako

- uzavřené - větrané elektrody jsou zaplaveny elektrolytem
- hermetické - elektrolyt je pouze nasáknut v elektrodách a separátorech

Nevýhody nikl - kadmiových akumulátorů

- jsou nákladnější
- nižší napětí článků
- menší energetická účinnost
- během provozu u akumulátorů se zaplavenými elektrodami dochází k reakci KOH se vzdušným CO_2 vznikají karbonáty, které snižují kapacitu a zvětšují elektrický odpor akumulátorů

Výhody

- Delší životnost
- rychlé dobíjení
- při skladování se nemusejí dobíjet
- Větší mechanická odolnost
- menší pokles kapacity při nízkých teplotách

4.3.3. Akumulátory nikl – metalhydrid (Ni – MH)

Základním rozdílem od Ni – Cd článkům je, že záporná Kadmiová elektroda je nahrazena slitinou kovu pohlující vodík

Nároky na složení slitiny

- skladovací kapacita pro vodík (velká vybíjecí kapacita)
- beztlakové skladování vodíku (při provozních teplotách)

- velká odolnost k oxidaci (možnost vybíjení velkými proudy)

Aby se předešlo přetlaku, který může vzniknout v článku, protože se při nabíjení vytváří na kladné elektrodě kyslík a zároveň nedošlo k degradaci záporné elektrody při vybíjení. Je proto záporná elektroda opatřena nabíjecí a vybíjecí rezervou a je tudíž ve srovnání s kladnou elektrodou větší.

svorkové napětí nezatíženého článku 1,3 až 1,4V

jmenovité napětí 1,2V

Mezi největší výrobce patří japonské firmy Toshiba, Matsushita a Sanzo. Dále firmy Varta, Saft, Ovonic, a další.

4.3.4. akumulátory lithium – ion (Li – ion)

Princip činnosti spočívá v tom, že ionty lithia při nabíjení a vybíjení přecházejí z kladné elektrody do záporné a naopak.

elektrody těchto článků jsou z tzv. interkalačních sloučenin (slitiny které mohou do své krystalové mřížky přijmout cizí atom, nebo molekulu)

Články Li – ion neobsahují kovové lithium, ale pouze ionty lithia. Materiálem katody jsou sloučeniny lithia a materiálem anody je uhlíková matrice připravená např. z grafitizovaných částic koksu. Matrice musí velmi dobře přijímat (interkalovat) a uvolňovat ionty lithia, interkalační děj musí být vratný.

Firmy vyrábějící tyto baterie SAFT, Varta, Sony, Matsushita a další.

4.3.5. Akumulátor vzduch – zinek

Soustava s alkalickým elektrolytem

teoretické napětí článku 1,667V

skutečné napětí článku 1,4 – 1,5V

Dva principy dobíjení

Mechanický způsob spotřebovaná zinková elektroda se vymění za novou

Elektrický – používá se pomocná elektroda a vzdušná je odpojována, nebo dvojčinná elektroda [2]

4.4. Superkondenzátor

V současné době málo známé zdroje energie. Skrývá se v nich veliký potenciál pro budoucnost elektromobilů, nebo ve spotřební elektronice. Dnes se využívají v praxi pro motory hybridních vozidel, tramvají, elektrických lokomotivách.

Jde o elektrochemický kondenzátor s vysokou energetickou hustotou (až stovky Faradů). Oproti klasickým akumulátorům účinnost přeměny chemické energie na elektrickou energii je několikanásobně větší a díky tomu jsou superkondenzátory schopny rychlého vybití i nabití.[10]



obr 4.3 Superkondenzátor[10]

4.5. Setrvačnick

Nejstarším akumulátorem energie je setrvačnick. Princip spočívá v roztočení kotouče s velkou hmotností. Při výpadku proudu nebo po odpojení vnějšího zdroje energie se kotouč vlivem setrvačnosti nadále rotuje a tak se stává zdrojem energie. Ve Švýcarsku jsou ve zkušebním provozu elektrické Gyrobuses, jedná se o speciálně upravené trolejbusy vybavené jeden a půltunovým setrvačnickem umístěného pod podlahou na hřídeli elektrického stroje.

Setrvačnick se využívají, k překonání krátkodobých výpadků energie. Ve speciálních ložiskách a skříní vyplněných héliem mohou setrvačnick dosahovat desetitisíce otáček za minutu.[11]

5. Přehled typů nákladních automobilů s hybridním pohonem a jejich technické parametry

5.1. Volvo FE hybrid

Volvo Truck po řadě rozsáhlých provozních testů uvede na evropský trh model Volvo FE hybrid. Omezená série 100 vozů, jejichž výroba začala v červnu letošního roku, bude během let 2011 – 2013 dodávána do 13 evropských zemí nejprve ve Švédsku, Norsku, Finsku, Dánsku, Velké Británii, Francii, Německu, Rakousku, Švýcarsku, Itálii, Nizozemí, Belgii a Lucembursku. A poté i do dalších zemí v omezených sériích.



obr. 5.1 Volvo FE Hybrid- pro svoz komunálního odpadu[12]

Podle údajů výrobce bude model FE hybrid dodáván jako

Vůz pro sběr odpadu

Vůz pro rozvážku zboží

Vozidlo má paralelní uspořádání hybridního pohonu. Díky této technologii se dosáhlo výrazného snížení emisí CO₂ až o 30%, ke snížení došlo také u pevných částic i oxidu dusíku. Vozidlo se také stalo tišším při zrychlování a to až o 50% oproti klasické koncepci.

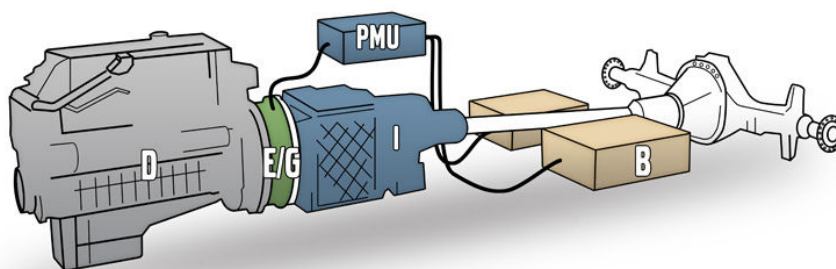


obr. 5.2 Volvo FE Hybrid pro rozvoz zboží[13]

Ke snížení spotřeby paliva došlo u modelu
pro svoz odpadu o 20 - 30%
pro rozvoz zboží o 15 – 20%

System tvoří:

- vznětový motor
- automatická převodovka
- elektromotor
- baterie
- měníč energie
- řídící jednotku



obr. 5.3 uspořádání paralelního pohonu Volvo FE Hybrid[15]

Vznětový motor:

Přepřňovaný řadový šestiválec o objemu 7,2 litru je umístěn pod kabinou

Dodáván ve dvou verzích.

Výkonem 221 kW při 2300ot/min
(250 kW při 2300ot/min)

Točivým momentem

1160Nm při 1200-1800ot/min
(1300Nm při 1200-1700ot/min)



obr. 5.4 vznětový motor 7,2litru Volvo[15]

Mezi motorem a automatickou převodovkou je umístěn elektromotor MDS od společnosti Volvo. Elektromotor disponuje výkonem 120 kW a točivým momentem 800Nm. Při brzdění dobíjí lithium-iontové akumulátory umístěné po obou stranách vozu mezi přední a zadní nápravou. O plynulé řazení se stará automatická dvanáctistupňová převodovka I-Shift s přímým nejvyšším rychlostním stupněm.

Řídící jednotka má na starost přepínání jízdních režimů

- 1) při rozjezdu pracuje pouze elektromotor
- 2) při rychlostech nad 20 km/h startuje vznětový motor
- 3) při brzdění dochází k rekuperaci energie, elektromotor pracuje jako generátor a dobíjí baterie.

Tato hybridní vozidla o hmotnosti 26 tun jsou dodávána pouze na leasing a díky servisní smlouvě Volvo Gold budou zajištěny náklady na údržbu po dobu leasingu.

5.2. Renault Premium Distribution Hybrys Tech

Renault truck patří ke společnostem výrobců nákladních vozidel, kteří se snaží neustále nabízet vozidla se stále klesající spotřebou paliva, dále vozidla využívají nové zdroje energie. V rámci výzkumných projektů nabízí výrobce v současnosti řadu vozidel s alternativním řešením pohonu mezi, které patří pohon na stlačený zemní plyn (CNG), nebo pohon elektrickou energií. Nejvíce výhodná se ovšem ukazuje hybridní technologie.

Premium Distribution Hybrys Tech koncem roku 2008 začal testovat ve městě Lyon a jeho okolí. Vozidlo bylo využíváno pro svoz komunálního odpadu.



obr. 5.5 Renault Premium Distribution Hybrys Tech – pro svoz komunálního odpadu[26]

V roce 2009 inženýři díky 5000 provozních hodin v reálném provozu vypracovali řadu vylepšení a připravili vozidlo pro sériovou výrobu.

V témže roce uzavřelo Renault Truck partnerství se společnostmi Colas a Coca-Cola Enterprises Belgium.

Společnost Colas je spojena s profesemi územním plánováním, různých staveb, údržby silnic, výstavbou různých typů infrastruktury a zařízení pro volný čas. Vozidlo je vybaveno sklápěčkou a určeno k zásobování stavebním materiálem nebo odvozu odpadu ze staveb v městských zástavbách. Vozidlo má konfiguraci náprav 4x2.



obr. 5.6 Renault Premium Distribution Hybrys Tech – pro použití na stavbě[26]

Oproti tomu vozidlo pro svoz komunálního odpadu a pro společnost Coca-Cola Enterprises Belgium má konfiguraci náprav 6x2/4 se zadní říditelnou nápravou pro lehčí pohyb po městech.



obr. 5.7 Renault Premium Distribution Hybrys Tech – pro rozvoz zboží[26]

Renault Premium Distribution Hybrys Tech. je vybaveno vznětovým motorem DXi7 o výkonu 240kW. Motor splňuje emisní normu Euro 5. Je spojen s automatickou převodovkou Optidriver+ a elektromotorem o výkonu 70kW. Jako i u většiny hybridních nákladních automobilů je i Premium Distribution Hybrys Tech. vybaven lithium- iontovou baterií, která dodává energii pro pohon elektromotoru a zároveň je elektromotorem dobývána při zpomalování a přeměny kinetické energie. Elektromotor je využíván do rychlosti 20km/h pak přichází na řadu vznětový motor.



obr. 5.8 Motor DXi7 .- Renault[26]

Elektrická energie je využívána pro napájení bezpečnostních prvků a výbavy posilovače řízení, nebo chlazení elektrické soustavy hybridního pohonu. Tyto součásti jsou obvykle napojeny na vznětový motor.

Ve výbavě je i funkce **Idle shut down** vypíná a spouští vznětový motor jakmile vozidlo zastaví a opět se rozjede.

Ve výsledku dosahuje Renault Premium Distribution Hybrys Tech. snížení emisí CO₂ a spotřeby paliva o 20%. Výrazně se snížil hluk vozidla, s čímž jsou uživatelé spokojeni.

Renault Trucks dal jasně najevo, jakým směrem se chce vydat v rámci šetření planety a díky různým nastavbám a jejich využití se stal Renault Premium Distribution Hybrys Tech. ideálním nákladním vozidlem do měst.

5.3. MAN TGL 12.220

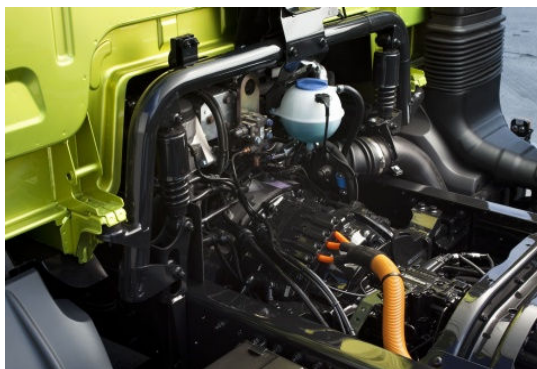
MAN představil v roce 2008 nejmenší řadu TGL v hybridním provedení. Tímto se i MAN zařadil mezi výrobce, kteří se chtějí podílet na co nejvíce ekologickém provozu.

Vozidlo splňuje velmi přísnou normu EEV. To znamená, že je v souladu i s emisní normou Euro 5.



obr. 5.9 MAN TGL 12.220[16]

Pod kabinou se ukrývá čtyřválcový vznětový motor D0834 systém common-rail. Motor disponuje výkonem 165 kW a točivým momentem 850 Nm při 1300-1800ot/min. Vznětový motor doplňuje elektromotor o výkonu 60 kW a točivým momentem 425Nm.



obr. 5.10 Znárodnění zástavby elektromotoru MAN[16]

Elektromotor je umístěn mezi spojkou a automatickou šestistupňovou převodovkou. Elektromotor, který při brzdění pracuje jako generátor, vyrábí energii, která je uložena v lithium-iontových akumulátorech. Baterie jsou umístěny na levé straně vozidla mezi přední a zadní nápravou.

Vozidlo je vybaveno systémem start/stop, který šetří palivo při volnoběhu.



obr. 5.11 Uložení baterií[16]

S využitím hybridní technologie je možné snížit emise CO₂ a zároveň spotřebu paliva o 15%. Řídicí jednotka určuje, kdy bude vozidlo provozováno pouze elektromotorem a pokud nebudou baterie dostatečně nabity, automaticky nastartuje vznětový motor.

Vozidlo disponuje větší nosností díky tomu, že je o 100 kilogramů lehčí než stejný model se šestiválcovým motorem.

Hybridní technologie umožní vozidlu vjezd do tzv. zelených zón.

5.4. Iveco Eurocargo Hybrid



obr. 5.12 Iveco Eurocargo Hybrid[17]

Společnost Iveco představila a testovala nový Eurocargo Hybrid. Toto 12 tunové nákladní vozidlo využívá paralelní hybridní systém. Dochází ke snížení emisí a snížení spotřeby paliva až o 30% v porovnání s klasickým pohonem.



obr. 5.13 Iveco Eurocargo Hybrid [17]

Vozidlo je vybaveno vznětovým čtyřválcovým motorem Tector EEV. Motor disponuje maximálním výkonem 132kW a je doplňován elektromotorem o výkonu 44kW, který případně při brzdění plní funkci generátoru a dobíjí lithium-iontové baterie.

K vozidlu je dodávána automatická šestistupňová převodovka Eaton.

Při zastavení vozidla systém start/stop zajistí vypnutí vznětového motoru a při rozjezdu opět uvede do činnosti.

Iveco Eurocargo Hybrid má pouze o 200kg nižší nosnost než model s klasickou koncepcí.

5.5. PACCAR

Firma založená v roce 1905, která se původně specializovala na dřevorubecké a železniční vybavení, patří dnes mezi přední výrobce nákladních vozidel ve spojených státech. V roce 1945 koupila společnost Kenworth Motor Truck Company a o 13 let později Peterbilt Motor Company. 1981 získala Foden Truck Britského výrobce nákladních automobilů a v roce 1996 Společnost DAF o dva roky později britskou automobilku Leyland.

5.5.1. DAF LF hybrid

DAF uvedl hybridní vozidlo DAF LF Hybrid a zahájil prodej v České republice, Velké Británii, Nizozemsku, Belgii a Německu. Při využití výkonu vznětového motoru a elektromotoru lze dosáhnout snížení spotřeby paliva a emisí CO₂ o 10 až 20 % v závislosti na využití vozidla. Vozidlo DAF LF Hybrid je vybaveno paralelním hybridním systémem. Je poháněno buď vznětovým motorem, elektrickým motorem nebo současně oběma motory. O hmotnosti 12 tun nabízí užitečné zatížení 7,5 tuny.



obr. 5.14 DAF LF Hybrid[18]

Pohonné jednotky vozidla DAF LF Hybrid

Vozidlo DAF LF Hybrid je vybaveno vznětovým motorem PACCAR FR o objemu 4,5 litru. Tento motor ovšem naplňuje velmi přísnou emisní normu EEV. Motor disponuje maximálním výkonem 118 kW/160 k při 1900-2500ot/min a Točivým momentem 600Nm při 1200-1800ot/min.



obr. 5.15 Motor PACCAR FR 4.5 litru[18]

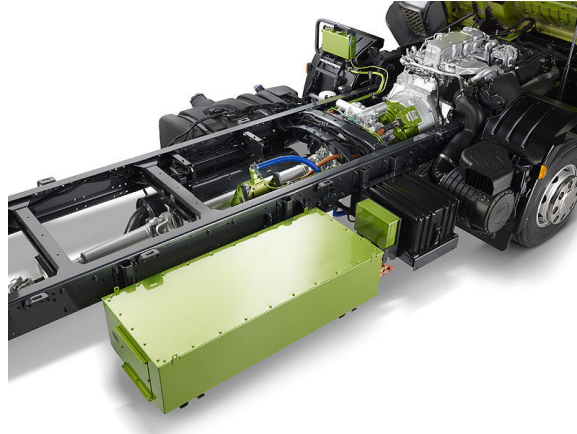
Mezi šestirychlostní automatickou převodovkou značky Eaton a spojkou je umístěn elektromotor. Elektromotor poskytuje požadovaný výkon a zároveň slouží ke generování energie. Energie, která se uvolňuje při brzdění, tím, že se elektromotor změní v generátor, se ukládá ve speciálních lithium-iontových akumulátorech. energii uloženou v akumulátorech lze naopak využít při rozjezdu vozidla.

Vozidlo je vybaveno elektromotorem o výkonu 44 kW, dále pak vlastní řídicí jednotkou systému, invertorem a také vlastním chladícím okruhem, který udržuje teplotu jednotky na maximálně 60°C



obr. 5.16 Znázornění zástavby elektromotoru DAF[18]

Lithium-iontové baterie uloženy na boku šasi před zadní nápravou, jsou sestaveny z 96 článků o napětí 3,4 Voltů. Hmotnost těchto akumulátorů se pohybuje okolo 100 kilogramů. Díky těmto akumulátorům může DAF LF Hybrid ujet pouze na elektrický pohon asi 2 kilometry a proto je použitelný hlavně v centrech měst, kde mají nákladní automobily s klasickou koncepcí vjezd zakázán. Ovšem při jízdě čistě na elektrickou energii musí být spuštěn vznětový motor alespoň na volnoběžné otáčky, aby udržel v chodu čerpadlo posilovače řízení a vzduchový kompresor. Součástí výbavy vozidla DAF LF Hybrid je i start/stop systém



obr. 5.17 Uložení baterií[18]

Provozní režim Vozidla DAF LF Hybrid

O provozním režimu rozhoduje řídicí jednotka

- poháněn pouze elektromotorem
- rekuperuje energii
- poháněn pouze vznětovým motorem
- využívá oba pohony elektromotor i vznětový motor

Při pohonu elektromotorem musí být akumulátory dostatečně nabity, aby pokryli spotřebu proudu pro požadovaný točivý moment. Tento režim je využíván hlavně při rozjezdu vozidla. Využití elektromotoru tak lze při jízdě ve městech v tzv. zelených zónách

Rekuperace energie dochází k ní při brzdění vozidla nebo při uvolnění pedálu akcelerace. Při aktivaci ABS dochází k vypnutí režimu rekuperace.

Při nedostatečném nabití akumulátorů nebo při jízdě mimo město, kde není potřeba neustále zastavovat a rozjíždět se, je vozidlo poháněno pouze vznětovým motorem. Pokud dojde k poruše hybridního pohonu je též vozidlo poháněno vznětovým motorem.

Hmotnost vozidla DAF LF Hybrid je pouze o 300 kilogramů vyšší než hmotnost standardní verze vozidla vybaveného jen vznětovým motorem.

Výhodou hybridní technologie je, že nedochází k tak výraznému opotřebení mechanických částí jako je spojka nebo brzdové obložení, mají delší životnost, díky využití elektromotoru jak při brzdění tak při rozjezdu.

5.5.2. Kenworth T270, T370



obr. 5.18 Kenworth T370[20]

Vozidla jsou vybaveny hybridním systémem od firmy Eaton a vznětovým motorem PACCAR PX-6 o výkonu 210kW a točivým momentem 895Nm. Systém je doplněn automatickou šestistupňovou převodovkou Ultrashift. Nechybí ani lithium-iontové baterie, nebo funkce start/stop. Celý systém je umístěn na levé straně mezi přední a zadní nápravou. Výrobce se snaží dosáhnout snížení spotřeby paliva o 30%. Vozidlo slouží k distribuci zboží.

5.5.3. Peterbilt 335 hybrid

Je stejně jako vozidla Kenworth jsou i vozidla od značky Peterbilt vybavena hybridním systémem od firmy Eaton a doplněná motorem PACCAR PX-6 na rozdíl od vozidel Kenworth byl Peterbilt 335 upraven kromě distribuce zboží také jako vozidlo pro servisní práce



obr. 5.19 Peterbilt 335[19]

5.5.4. Peterbilt 320 hybrid

Tento model je určen pro svoz komunálního odpadu v městských aglomeracích. Kromě snížení spotřeby paliva při použití hybridního systému ušetří také na brzdovém obložení, neboť vykoná v řádech stovek zastavení a rozjezdů za den.



obr. 5.20 Peterbilt 320[19]

5.6. Mercedes Benz

5.6.1. Axor bluetec Hybrid



obr. 5.21 Mercedes Benz Axor[24]

Vozidlo Axor Bluetec Hybrid je určeno pro dálkovou dopravu.

Pohon je tvořen vznětovým šestiválcovým 7,2 litrovým motorem OM 926 o výkonu 240kW a točivém momentu 1300Nm. Dále pak elektromotor s výkonem 44kW a točivým momentem 420Nm, který je použit i u hybridního Econicu.

Automatická dvanáctistupňová převodovka PowerShift zajišťuje plynulý přenos točivého momentu.

Rozjezd je zajištěn pouze elektromotorem, který je napájen z lithium-iontových baterií, poté se přidá i vznětový motor.

Vozidlu nechybí ani systém start/stop.

Výrobce slibuje snížení pohonných hmot o 4-10% což je velice příznivá hodnota vezmeme-li v úvahu, že se nejedná o vozidlo, které je určeno pouze pro městský provoz.

5.6.2. Mercedes Atego BlueTec Hybrid

V roce 2008 představila společnost Mercedes Benz Atego blueTec hybrid. Vozidlo bylo testováno u německé doručovací služby DHL a nyní je připraveno k prodeji v mnoha evropských zemích. Na letošním Hannoverském veletrhu byla vyhlášována cena Truck of the Year, kterou získal právě hybridní Atego.



obr. 5.22 Mercedes Benz Atego BlueTec Hybrid[31]

Základ pohonu tvoří lehký čtyřválcový vznětový motor o obsahu 4,8 litru, o výkonu 160kW a točivým momentem 810Nm. Mezi spojkou a automatickou šestistupňovou převodovkou je umístěn elektromotor, který dodává výkon 44kW a točivý moment 420Nm.



obr. 5.23 Znáznornění zástavby elektromotoru[31]

Elektromotor převážně doplňuje vznětový motor v náročnějších režimech provozu, při jízdě do stoupání nebo při rychlých rozjezdech. Pokud je rozjezd plynulý, pracuje pouze elektromotor a vznětový motor běží pouze na volnoběh, aby poháněl bezpečnostní komponenty. To vše platí pouze, pokud je v lithium-iontových akumulátorech dostatečné množství energie

Další úspory paliva a snížení emisí jsou dány systémem start/stop, kterým je vozidlo vybaveno

5.6.3. Econic BlueTec Hybrid



obr. 5.24 Econic BlueTec Hybrid[31]

Byl představen v roce 2008 a je určený pro svoz komunálního odpadu.

Pro pohon vozidla je určený přepínaný šestiválcový motor o výkonu 210kW a elektromotor o výkonu 44kW. Energie pro pohon elektromotoru je dodávána z lithium-iontové baterie. Funkce start/stop šetří palivo i u tohoto modelu. Motor plní emisní normu Euro 5 a výrobce udává snížení spotřeby paliva o 30%.

5.6.4. Econic NGT Hybrid

Mercedes benz představil koncept Econic NGT Hybrid. Jako základ posloužil pro toto vozidlo model NGT 2628 NLA využívající pro svůj provoz alternativního paliva CNG a ve výrobě je od roku 2003.

Econic NGT hybrid disponuje paralelní hybridní soustavou, kterou tvoří motor o obsahu 6,9 litru s výkonem 205 kW a jak již bylo uvedeno elektromotorem o výkonu 44kW. Motor plní emisní normu EEV

Výrobce udává snížení spotřeby paliva až o 60% a to díky tomu, že Econic NGT Hybrid lze provozovat na CNG tak i paliva z biomasy. To má za následek další výhodu a to, že emise CO₂ jsou považovány téměř za nulové.

5.7. Daimler AG

V roce 2007 se spojili dvě společnosti výrobců nákladních automobilů a autobusů Daimler Benz AG a Daimler Chrysler AG. Společně s výrobou osobních automobilů Mercedes Benz je tato německá automobilka největším výrobcům vozidel na světě.

Daimler AG vlastní podíl, v mnoha zemích na výrobě hybridních vozidel.

5.7.1. Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid



obr. 5.25 Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid[22]

Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation kterou vlastní z 85% právě Daimler AG představila Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid v roce 2006 a byl určen pro sběr malých a středně velkých balíků.

Vozidlo má vznětový motor o výkonu 123koní v kombinaci s elektromotorem s výkonem 47 koní, který čerpá energii z Lithium-iontové baterie.

Japonská automobilka chce se svými hybridními vozidly uspět i mimo Japonsko a **v roce 2009 prodala 10 automobilů do Irska.**

5.7.2. Freightliner M2 106

Daimler vyrábí i automobily pod značkou Freightliner.



obr. 5.26 Freightliner M2 106[21]

Freightliner M2 106 hybrid výrobce udává o 30% snížení spotřeby paliva a díky systému start/stop o 80% při režimu motoru na volnoběh.

Lithium-iontové baterie zaručuje dostatek elektrické energie pro pohon elektromotoru.

Vozidlo bylo určeno pro rozvoz nápojů

5.8. Hino Motors



obr. 5.27 Hino Ranger[27]

Hino Motors je součástí koncernu Toyota, zabývá se vývojem a prodejem hybridních lehkých užitkových vozidel. Uveřejnila automobilka pouze pro japonský trh Hino hybrid Ranger.

Vozidlo je vybaveno čtyřválcovým vznětovým motorem o objemu 4,7litru. Dosahuje výkonu 132kW. Elektromotor má výkon 23kW.

Vozidlo používá systém start/stop a je možno ušetřit 20% pohonných hmot.



obr. 5.28 Hino Dutro[28]

Hino Motors dále představilo model Hino Dutro hybrid. Tento model se prodává již od roku 2003 pouze v Japonsku. V roce 2007 začala firma vyvážet vozy do Austrálie a letos na konci roku chce Hino Motors dodávat vozidla do severní Ameriky

Vozidlo má 5litrový motor s výkonem 210 koní a točivým momentem 596Nm.

Doplňeno je automatickou šestistupňovou převodovkou

Podle výrobce je možné dosáhnout snížení spotřeby pohonných hmot o 50%.

5.9. Nissan Cabstar Hybrid

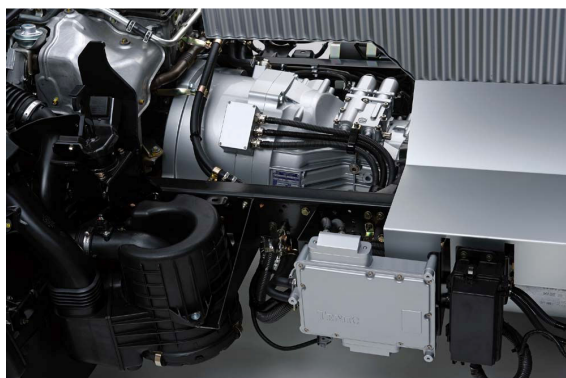
Nissan Cabstar Hybrid jeho hnací soustavu tvoří jednospojkový systém, vznětový motor o obsahu 3,0 litru a výkonu 150 koní, invertorem, řídicí jednotkou a vysoce výkonným elektromotorem.



obr. 5.29 Nissan Cabstar[25]

Vozidlo je vybaveno lithium – iontovou baterií, právě při zpomalování kdy dochází k přeměně kinetické energie, díky elektromotoru, na elektrickou a ta se pak ukládá do již zmíněné lithium – iontové baterie.

Nissan Cabstar hybrid podle výrobce umožní vozidlo až o 30% snížení spotřeby paliva a při správném stylu jízdy. Dále se snižují emise znečišťující centra měst



obr. 5.31 Znáznornění zástavby elektromotoru Nissan[25]

Vozidlo je dále vybaveno automatickou převodovkou.

Cabstar hybrid využívá systém start/stop při zastavení vypíná vznětový motor a tím nedochází k plýtvání paliva při volnoběžných otáčkách.

6. Technicko-Ekonomické srovnání nákladních automobilů s hybridním pohonem a s klasickým pohonem

6.1. Technické hodnocení

Hybridní tahač Mean Green který postavil tým inženýrů ve firmě Volvo a který řídil při rychlostních testech Boije Overbrink.



obr. 6.1 Volvo Mean Green[29]

Olaf Johansson – inženýr zodpovědný za vývoj tohoto tahače, použil jako základ poloviny dvou rámců modelové řady FH, určené na vrakoviště. Kabina vozu byla použita, z nárazových testů podvozku, při nichž nebyla vůbec poškozena.

Dalším důležitým faktorem byla hmotnost. Přední náprava byla snížena o 43 kilogramů. Z převodovky byl odmontován první rychlostní stupeň, tím se ušetřilo 7 kilogramů. Odstraněním přebytečné elektroinstalace ubylo 6 kilogramů. Nebyla snižována pouze rychlost tahače, snížením hmotnosti prošel Overbrink a to o 20 kilogramů.

Posunutím motoru za kabinu řidiče se dosáhlo lepší rozložení hmotnosti.

Jonas Sandström – designér strávil spoustu času optimalizací aerodynamiky prostřednictvím programu CAD. Pohon vozidla tvoří šestnáctilitrový motor doplněn dvojicí turbodmychadel Volvo Penta. Motor dosahuje výkonu 1398kW (1900koní) a elektromotor výkonu 147 kW (200koní) a točivým momentem 1100Nm. Řazení zajišťuje upravená převodovka I-Shift.

Mean Green se rozjíždí pouze na elektromotor. Vznětový motor přichází na řadu až při 60km/h kdy je možno zařadit devátý rychlostní stupeň. Maximální rychlost tohoto hybridního tahače přesahuje 250km/h. [29]

Švédský jezdec Overbrink na letišti Hultsfred stanovil tři rychlostní rekordy pro hybridní tahače



obr. 6.2 Boije Overbrink [29]

Na dráze s pevným startem dosahoval průměrných rychlostí:

500 metrů 115,147 km/h

1000 metrů 152,252 km/h

1000 metrů s letným startem zvládl ujet průměrnou rychlostí

221,706 km/h

Tahač Mean Green od Volva tak dokázal, že hybridní technologie se nemusí uplatnit pouze v městských aglomeracích pro rozvoz zboží, nebo pro svoz komunálního odpadu.

Vozidlo by po pár úpravách jistě našlo uplatnění i ve světě okruhových závodů tahačů

Tím, že byly použity součásti určené k likvidaci, došlo i k šetření finančních nákladů tím, že se nemusely vyrábět nové díly.

I když hybridním Volvem Mean Green nebyly překonány rychlostní rekordy, je třeba neustat ve vývoji hybridních speciálů a v budoucnu překonat tahače s vznětovými motory.

S vozidlem Volvo Mean Green poháněné pouze vznětovým motorem, vytvořil Overbrink světový rychlostní rekord na 500 metrů s pevným startem, dosáhl průměrné rychlosti 130,862 km/h (2007)

Držitelem světového rekordu

na 1000 metrů s pevným startem 171,878 km/h (2008)

na 1000 metrů s letným startem 281,723 km/h (2004)

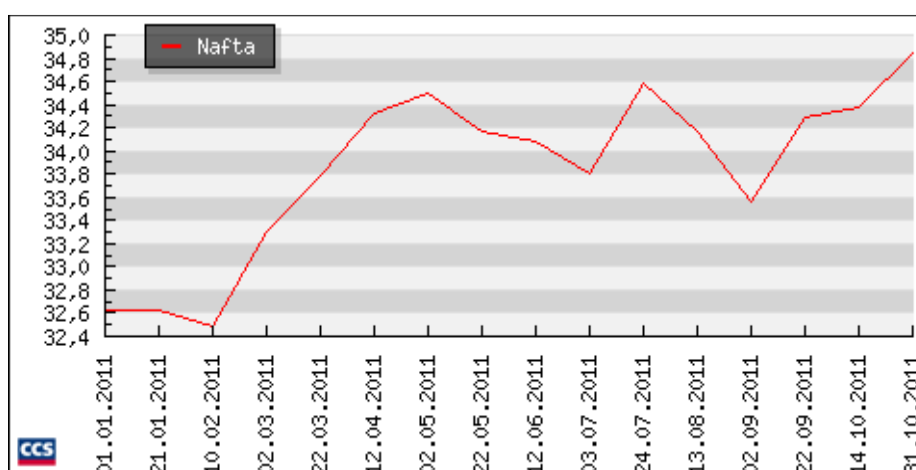
není nikdo jiný než David Vršecký se speciálem Buggyra

6.2. ekonomické hodnocení

6.2.1. Porovnání ceny Nafty

Ceny nafty jsou určovány rafinériemi, k těmto cenám si připočítají marže distributoři a také prodejci. Na základě vzájemné dohody všech rafinérií je cena nafty sjednocena ve všech zemích Evropské unie prodávána. Tato cena se stanovuje na burze v Rotterdamu. Ve všech zemích Evropské unie i zbytku světa je konečná cena z větší části tvořena daněmi (spotřební daň a daň z přidané hodnoty).

Spotřební daň – zaváděna státem za účelem regulace ceny některých komodit na českém trhu, nebo aby zvýšily stav státního rozpočtu. Spotřební daň v České republice tvoří většinou více jak 50% z cen zdaněného zboží

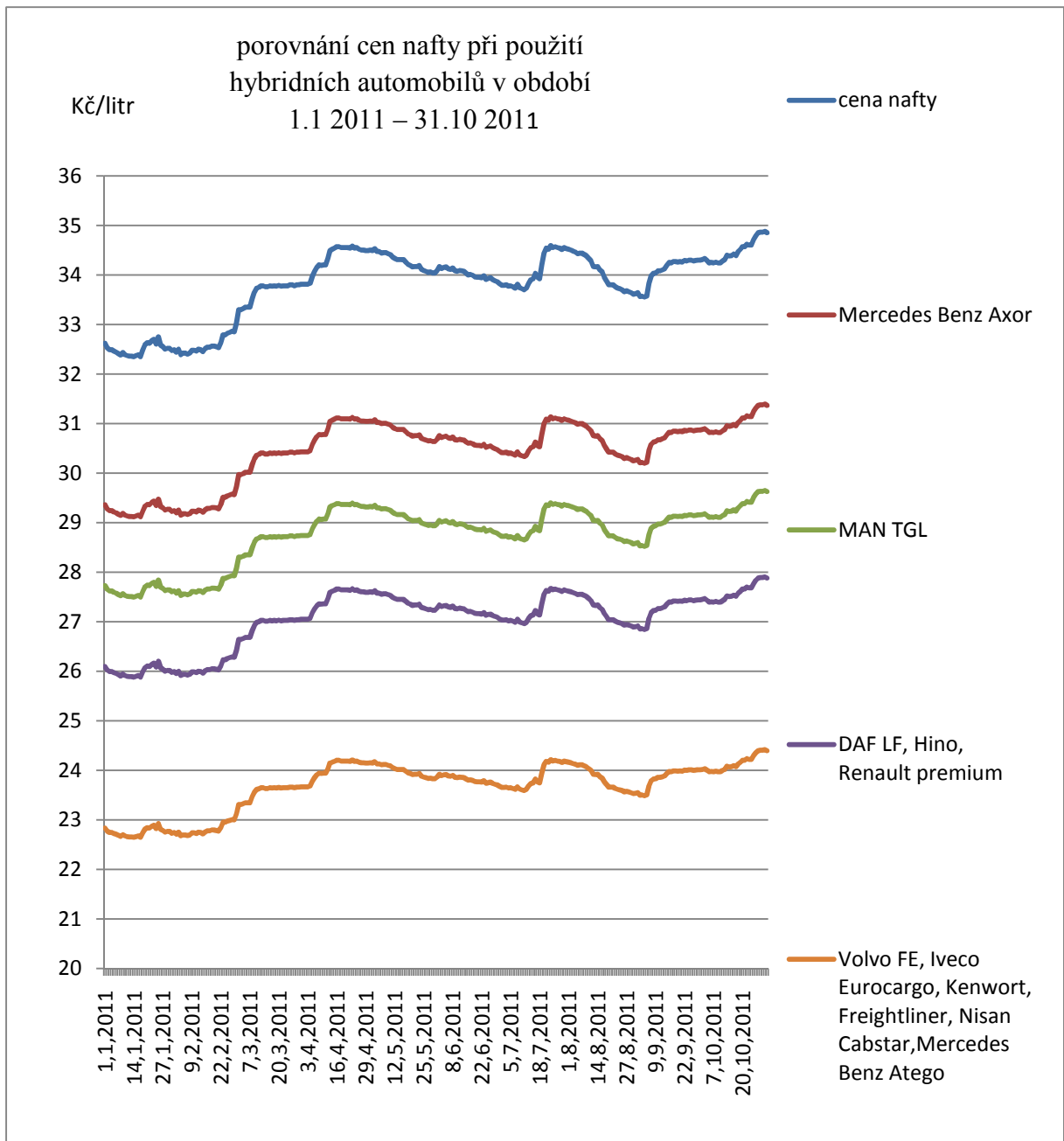


obr. 6.3 Růst cen nafty (Zdroj: CCS)[30]

Na grafu je znázorněno, jak se vyvíjely průměrné ceny nafty od začátku letošního roku.

Pro názornost byla použita data z průměrné ceny nafty prodávané za období:

1. 1. 2011 – 31. 10. 2011



Graf 1. - porovnání cen nafty při použití hybridních automobilů v období 1.1 2011 – 31.10 2011

Díky technologii hybridních pohonů a jeho použití ve správných podmínkách režimu provozu je na grafu znázorněno, jak by vypadaly ceny nafty pro dopravce, kdyby k provozu využívaly hybridních vozidel.

Hybridní vozidla skýtají další výhody:

- Levnější mýtné,

- Vjezd do zelené zóny,
- Image dopravce, kterému záleží na životním prostředí
- Státní dotace (např. v USA 6-12 tisíc dolarů).

Při správném použití vozidla, tím se myslí jeho provozování v nejvíce šetrném režimu provozu, by mohli dopravci ušetřit až 10 korun na litr (záleží na značce vozidla, což ukazuje následující tabulka).

Výrobce vozidla	Procentuální vyjádření šetrnosti vozidla	snížení ceny nafty při použití hybridního vozidla
Mercedes Benz Axor	10%	až o 3Kč/litr
MAN TGL	15%	až o 5Kč/litr
DAF LF, Hino, Renault premium	20%	až o 7Kč/litr
Volvo FE, Iveco Eurocargo, Kenworth, Freightliner, Nissan Cabstar, Mercedes Benz Atego	30%	až o 10Kč/litr

Tabulka 5. Finanční úspora pohonných hmot v Kč/litr

Na ekonomickém provozu vozidla se ovšem nepodílí jenom cena nafty. Dopravci musí vzít v úvahu i další faktory

6.2.2. Údržba a servis vozového parku

Pro společnosti, které zajišťují přepravu zboží nebo osob, je servis a údržba naprostou samozřejmostí. Intervaly kontroly závisí na jednotlivých společnostech, ovšem vozidla musí projít zákonnou technickou prohlídkou a měřením emisí.

- Motorový olej

Kvalita motorového oleje výrazně ovlivňuje jeho životnost, hospodárnost, emise škodlivin. Dopravci by proto měly používat motorové oleje doporučené výrobcem.

- Provozní kapaliny, filtry

Motorový olej není jediným prvkem provozních kapalin, které je nutné vyměňovat v pravidelných intervalech jako např. brzdová kapalina, chladicí kapalina, převodové a

servo oleje, náplně klimatizací apod. Při výměnách kapalin je třeba vyměnit příslušné filtry a v intervalech také vzduchový filtr.

- Pneumatiky

Výrobci pneumatik dnes vyrábí pneumatiky téměř na míru nákladním vozidlům. Jsou vyráběny typy pro různé druhy přepravy (zboží, osob), pro typy náprav (hnací řídící), pro druhy místa provozu vozidla (dálkové, staveniště, regionální).

Správnou údržbou pneumatik (kontrola tlaku pneumatik) a použití správného typu pneumatiky má vliv na spotřebu pohonných hmot, tak i na životnost samotné pneumatiky.

- Náhradní díly

Výraznou položkou při údržbě je výměna některých dílů, které se po čase opotřebují (brzdové obložení, akumulátory-je důležité dbát na jejich ekologickou likvidaci), nebo se zničí v důsledku dopravní nehody (části karoserie nebo podvozkové skupiny)

- Poplatky spojené s provozem vozidla

Povinné ručení – zákonem stanovené pojištění vozidla, které se od roku 2009 trestá vysokými pokutami

jiné pojištění – havarijní, pojištění nákladu, atd. již nestanovuje zákon

Mýtné – poplatky spojené s jízdou po dálnicích nebo s vjezdem do zelených zón.

Hybridní vozidla se prodávají na leasing a výrobci nákladních vozidel si ve smlouvách zaručují právo na údržbu po dobu leasingu.

Prodej vozidel na leasing je důležitý proto, aby mohl výrobce postupně montovat do vozidel technické novinky, tím ušetří dopravcům čas i náklady spojené právě s montáží nových dílů

6.3. Řidič

Aby se zajistilo ušetření nákladů jak technického rázu tak ekonomického je nejdůležitější složkou řidič.

Řidič musí zajistit plynulou a bezpečnou jízdu vozidla plynulé rozjezdy vozidla, provozovat motor v otáčkách optimálního točivého momentu, udržovat stálou rychlost jízd, používat šetrně brzdy přičemž musí řidič předvídat dění na silnicích

Spotřeba pohonných hmot, kterou řidič ovlivňuje, (již zmíněnými některými způsoby řízení vozidla) je součástí kontrol některých společností. Ty mají stanovené normy na spotřebu pohonných hmot k ujetí jednotlivých tras. Kontrolovaná spotřeba se může projevit v řidičově mzdě ve formě odměn nebo pokut.

Hybridní vozidla jsou předurčena k snižování spotřeby paliva. Je důležité, aby řidič věděl jak správně ovládat vozidla, proto se řidiči posílají na školení, které je seznámí se správným použitím hybridních vozidel.

7. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo ukázat problematiku hybridních pohonů a znázornit její použití na vozidlech určených pro nákladní dopravu, představit některé modely od výrobců nákladních vozidel. Dále pak vývoj emisních limitů pro danou kategorii, ekonomické zhodnocení vozidel.

Technický vývoj vozidel ušel velkou cestu, když byla nejdříve pára, pak přišel vznětový motor a benzínový motor, začal se vyvíjet elektromotor, alternativní paliva a nakonec hybridní pohon. Ten je dnes nejvíce vyvíjen s ohledem na životní prostředí.

Hybridní pohon je v současnosti nejvýraznějším technickým pokrokem pro snížení spotřeby pohonných hmot, s ohledem na docházející zásoby ropy, a škodlivých emisí, které se drží ve větších městech jak poklice nad hrcem.

Ovšem obyvatelé planety si do jisté míry komplikují problém s emisemi sami svojí neznalostí a nepřizpůsobivostí. (Nemuseli by odjíždět ze znečištěných měst na další náklady, kdyby vyjížděli vozidla jen v nutných případech, využívali více hromadnou dopravu, snížili poptávku po vozidlech se silnými motory, které jsou zbytečně rychlá, když jsou zákonem prosazovány rychlostní limity, anebo udržovali vozidla ve správném technickém stavu).

Hybridní vozidla nemusí působit jako pomalá vozidla, která jsou osazeny malými motory, aby se dosáhlo snížením spotřeby paliva. Skutečnost je taková, že hybridní vozidla jsou rovnocennými nebo dokonce lepšími než vozidla s pohonem pouze vznětovými motory. Tento fakt dokazuje firma Volvo vozidlem Mean Green a dále pak vozidlem FE Hybrid, které díky možným nastavbám pro různé využití, nízkou spotřebou paliva, a nízkými hodnotami emise CO₂ je nejlepším vozidlem na evropském trhu, pod který ovšem nespadá Česká republika a tak se můžou zájemci hybridních nákladních vozidel obrátit na výrobce DAF, Mercedes Benz, Renault.

Zajímavým ovšem zůstává koncept Firmy Mercedes Benz Econic NGT Hybrid, který místo nafty využívá CNG a tím se dosáhne nejvýraznějšího snížení spotřeby paliva o 60%. Dále pak model Axor zatím jako jediný dálkový tahač na trhu.

Jelikož cena pořízení hybridního vozidla zatím nepatří k nejnižším, je potřeba aby se jednotlivé státy zapříčinily o to, aby hybridní vozidla si našly cestu na jejich silnice a přilákaly dopravce k nákupu těchto vozidel, a tím zvyšovaly úroveň životního prostředí.

K tomu jsou potřebné dotace od státu, jako např. v USA kde na hybridní vozidla přispívají částkou až 12000 dolarů z daně. Bohužel V České republice zatím nefunguje program takovýchto dotací.

Ani hybridní automobilu zatím nemají budoucnost zajištěnou. Je otázkou času kdy se inženýrům podaří zkonstruovat výkonné akumulátory, které budou disponovat dostatečnou kapacitou pro dojezd 1000 kilometrů, zatím ale doufejme, že se hybridní vozidla co nejvíce prosadí na trhu a dají tak impulz obyvatelům planety o šetrnost životního prostředí.

8. Použitá literatura

- [1] VLK, F. *Alternativní pohony motorových vozidel*. Brno : Nakladatelství VLK, 2004. 234 s. ISBN 80-239-1602-5.
- [2] *Akumulátory : od principu k praxi*. 2003. Praha 8 : FCC PUBLIC s.r.o., 2003. 248 s.
- [3] *Motor.feld.cvut.cz* [online]. . ČVUT Praha, Fakulta elektrotechnická. Dostupné z WWW: <<http://motor.feld.cvut.cz/>>.
- [4] *Cs.autolexicon.net* [online]. 2011 . Hybridní pohon. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/hybridni-pohon/>>. ISSN 1804-2554.
- [5] *Palba.cz* [online]. 2009 . OBRNĚNÉ VOZIDLO BUDOUCNOSTI, ČÁST 3, POHONNÁ JEDNOTKA. Dostupné z WWW: <<http://palba.cz/printview.php?t=3737&start=0>>.
- [6] *Wikipedie : Otevřená encyklopedie* [online]. 2001. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana>.
- [7] *Dopravcetritya.cz* [online]. 2008. Řádná údržba vozového parku. Dostupné z WWW: <<http://www.dopravcetritya.cz/kriteria-hodnoceni/radna-udrzba-vozoveho-parku>>.
- [8] Alternativní pohony. *Auto Expert*. 2001, 6, s. 1-16.
- [9] *Cdv.cz* [online]. 2011. Analýza ekonomických dopadů zátěže životního. Dostupné z WWW: <<http://www.cdv.cz/text/szp/13904/zprava13904/2004/du12.pdf>>.
- [10] *Hybrid.cz* [online]. 2011. Superkondenzátory. Dostupné z WWW: <http://www.hybrid.cz/novinky/superkondenzatory-byznys-za-3-mld-dolaru-v-roce-2016>
- [11] *Cez.cz* [online]. 1999. SETRVAČNÍKOVÝ AKUMULÁTOR. Dostupné z WWW: <http://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/hesla/setrv_akum.html>.
- [12] *Green.autoblog.com* [online]. 2011. Volvo Trucks heavy-duty FE hybrid. Dostupné z WWW: <http://green.autoblog.com/photos/volvo-trucks-heavy-duty-fe-hybrid/1217795/>

- [13] *Eperformance.com* [online]. 2011. Hybrid Heavy-Duty Trucks . Dostupné z WWW: <http://www.eperformance.com/truck/hybrid_truck_heavy-duty.html>.
- [14] *Automobilrevue.cz* [online]. 2011 . Volvo - Alternativně s Volvem Trucks. Dostupné z WWW: <http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/volvo-alternativne-s-volvem-trucks_40113.html>.
- [15] *Volvotrucks.com* [online]. 2011. Kráčíme vpřed. Dostupné z WWW: <<http://www.volvotrucks.com/trucks/czech-market/cs-cz/trucks/volvo-fe-hybrid/Pages/volvo-fe-hybrid.aspx>>.
- [16] *Hybrid-autos.info* [online]. 2010. TGL 12.220 Hybrid 2010 . Dostupné z WWW: <<http://www.hybrid-autos.info/Nutzfahrzeuge/MAN/tgl-12220-hybrid-2010.html>>.
- [17] *Iveco-praha.cz* [online]. 2009. IVECO dealer. Dostupné z WWW: http://www.iveco-praha.cz/hlavni-strana/496-3/inovace_do_reality
- [18] *Daf.eu* [online]. 2011. DAF LF Hybrid. Dostupné z WWW: <<http://www.daf.eu/CZ/Trucks/Model-range/Pages/DAF-LF-Hybride.aspx>>
- [19] *Peterbilt.com* [online]. 201. PETERBILT LAUNCHES MODEL 320 HYBRID. Dostupné z WWW: <<http://www.peterbilt.com/newsdetails.aspx?id=285>>.
- [20] *Kenworth.com* [online]. 2010 .Kenworth Enhances Hybrid Packaging for 2010, Adds New Inverter Design. Dostupné z WWW: <http://www.kenworth.com/6500_arc_pre_mor.asp?file=2532>.
- [21] *Freightlinertrucks.com* [online]. 2009 .Freightliner bussines class M2e HYBRID. Dostupné z WWW: <<http://www.freightlinertrucks.com/trucks/find-by-model/m2e-hybrid/>>.
- [22] *Hitachi-ve.co.jp* [online]. 2008. Achievements. Dostupné z WWW: <<http://www.hitachi-ve.co.jp/en/products/result/index.html>>.
- [23] *Auto.cz* [online]. 2011. Představujeme: Alternativní pohony Daimleru. Dostupné z WWW: <<http://www.auto.cz/predstavujeme-alternativni-pohony-daimleru-58972>>.
- [24] *Roadtransport.com* [online]. 2011. Pictures from the IAA: Hybrid trucks. Dostupné z WWW: <<http://www.roadtransport.com/static-pages/standard/pictures-from-the-iaa-hybrid-trucks/>>.

- [25] *Autokaleidoskop.cz* [online]. 2006. Nissan Cabstar jako hybrid. Dostupné z WWW: <<http://www.autokaleidoskop.cz/Truck/Nissan-Cabstar-jako-hybrid/>>.
- [26] *Truckdriverclub.cz* [online]. 2011. PRVNÍ POZITIVNÍ VÝSLEDKY RENAULT PREMIUM DISTRIBUTION HYBRYS TECH TESTOVANÉHO SPOLEČNOSTÍ COLAS. Dostupné z WWW: <<http://www.truckdriverclub.cz/cs/novinky/prvni-pozitivni-vysledky-renault-premium-distribution-hybrys-tech-testovaneho-spolecnosti-colas.html>>.
- [27] *Greencarcongress.com* [online]. 2011. More Diesel Hybrids Coming. Dostupné z WWW: <http://www.greencarcongress.com/2004/10/hello_hino_more.html>.
- [28] *Green.autoblog.com* [online]. 2011. Toyota's Hino Trucks reportedly bringing hybrid trucks to Australia . Dostupné z WWW: <<http://www.green.autoblog.com/2007/01/17/toyotas-hino-trucks-reported-to-bring-hybrid-trucks-to-australi/>>.
- [29] *Automobilrevue.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-11-26]. Mean Green Hybrid . Dostupné z WWW: <http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/mean-green-hybrid-zelena-prisera_40254.html>.
- [30] *Ccs.cz* [online]. [cit. 2011-11-21]. Průměrná cena PHM. Dostupné z WWW: <<http://www.ccs.cz/pages/phm2.php>>.
- [31] *Auto.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-11-21]. Představujeme: Alternativní pohony Daimleru. Dostupné z WWW: <<http://www.auto.cz/predstavujeme-alternativni-pohony-daimleru-58972>>.

8.1. seznam obrázků

obr 2.1 výkonová a momentová charakteristika spalovacího motoru[5].....	13
obr 2.2 Charakteristiky hnací síly motoru upravené převodovkou[5].....	13
obr 2.3 Požadovaná charakteristika (trakční hyperbola)[5].....	14
obr 2.4 Charakteristika elektromotoru[5]	14
obr. 4.1 Sériové uspořádání hybridního pohonu SM – spalovací motor, G – Generátor, B – Baterie, M/G – Elektromotor pracující jako Motor-Generátor[8].....	21
obr. 4.2 Paralelní uspořádání hybridního pohonu (na rozdíl od sériového pohonu musí být vybaven převodovkou) P – automatická planetová převodovka[8]	22
obr 4.3 Superkondenzátor[10]	26
obr. 5.1 Volvo FE Hybrid- pro svoz komunálního odpadu[12]	27
obr. 5.2 Volvo FE Hybrid pro rozvoz zboží[13]	28
obr. 5.3 uspořádání paralelního pohonu Volvo FE Hybrid[15].....	28

obr. 5.4 vznětový motor 7,2litru Volvo[15]	29
obr. 5.5 Renault Premium Distribution Hybrys Tech – pro svoz komunálního odpadu[26]	30
obr. 5.6 Renault Premium Distribution Hybrys Tech – pro použití na stavbě[26].....	31
obr. 5.7 Renault Premium Distribution Hybrys Tech – pro rozvoz zboží[26].....	31
obr. 5.8 Motor DXi7 .- Renault[26]	32
obr. 5.9 MAN TGL 12.220[16]	33
obr. 5.10 Znárodnění zástavby elektromotoru MAN[16].....	33
obr. 5.11 Uložení baterií[16]	34
obr. 5.12 Iveco Eurocargo Hybrid[17]	34
obr. 5.13 Iveco Eurocargo Hybrid [17]	35
obr. 5.14 DAF LF Hybrid[18]	36
obr. 5.15 Motor PACCAR FR 4.5 litru[18].....	36
obr. 5.16 Znárodnění zástavby elektromotoru DAF[18]	37
obr. 5.17 Uložení baterií[18]	38
obr. 5.18 Kenworth T370[20].....	39
obr. 5.19 Peterbilt 335[19].....	39
obr. 5.20 Peterbilt 320[19].....	40
obr. 5.21 Mercedes Benz Axor[24]	40
obr. 5.22 Mercedes Benz Atego BlueTec Hybrid[31].....	41
obr. 5.23 Znárodnění zástavby elektromotoru[31]	42
obr. 5.24 Eonic BlueTec Hybrid[31]	42
obr. 5.25 Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid[22]	43
obr. 5.26 Freightliner M2 106[21].....	44
obr. 5.27 Hino Ranger[27].....	44
obr. 5.28 Hino Dutro[28].....	45
obr. 5.29 Nissan Cabstar[25]	46
obr. 5.31 Znárodnění zástavby elektromotoru Nissan[25]	46
obr. 6.1 Volvo Mean Green[29]	47
obr. 6.2 Boije Overbrink [29].....	48
obr. 6.3 Růst cen nafty (Zdroj: CCS)[30].....	50

8.2.seznam tabulek :

Tabulka 1. koncepce hybridních pohonů [4].....	12
Tabulka 2. Rozdělení uhlovodíků[6].....	18
Tabulka 3. Vývoj předpisu EHK 49 a EURO[9].....	19
Tabulka 4. limitní hodnoty škodlivin v (g/kWh) a kouřivosti (m-1) stanovené jednotlivými normami EURO pro nákladní vozy a autobusy.[7]	20
Tabulka 5. Finanční úspora pohonných hmot v Kč/litr	52

8.3.seznam grafů

Graf 1. - porovnání cen nafty při použití hybridních automobilů v období 1.1 2011 – 31.10 2011	51
--	----