

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Současná úroveň a trendy budoucího vývoje autobusových dopravních
prostředků

Jan Houžvička

Bakalářská práce

2013

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Houžvička**
Osobní číslo: **D09476**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky: Silniční vozidla**
Název tématu: **Současná úroveň a trendy budoucího vývoje autobusových dopravních prostředků**
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. Úvod
2. Historický vývoj autobusové dopravy
3. Legislativní rámce
4. Dynamika vývoje autobusových dopravních prostředků
5. Současný stav autobusových dopravních prostředků
6. Současná úroveň požadavků na užitnou hodnotu autobusů
7. Vlastní návrh možných směrů vývoje
8. Závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Dle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ivo Šefčík, Ph.D.

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

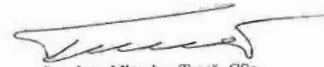
Datum zadání bakalářské práce: **23. září 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **29. listopadu 2013**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 24. února 2012

Prohlašuji:

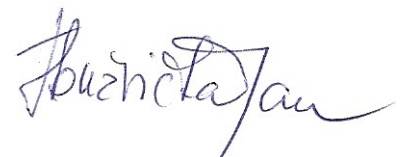
Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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 29. 11. 2013

Houžvička Jan

Handwritten signature of Jan Houžvička in cursive script.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Ivo Šefčíkovi, Ph.D. za trpělivost a cenné rady během tvorby této práce. Dále pak dlouholetým a zkušeným technikům v oblasti výroby autobusů ve Vysokém Mýtě, Ing. Jaroslavu Šauerovi a mému otci Janu Houžvičkovi, za rady a doporučení v oblasti odbornosti a technické správnosti termínů uváděných v této práci.

ANOTACE

Již sám vznik autobusové dopravy byl historickým mezníkem v oblasti přemísťování osob, protože najednou umožnil cestování více lidem společně a organizovaně na místo toho, aby cestoval každý sám, na vlastní pěst. Tento přínos ovšem nemohl zůstat nadlouho jediným, protože používání nemodernizovaných vznětových spalovacích motorů, neekologických materiálů a postupů ve výrobě, by tuto výhodu rychle degradovaly. Proto i vývoj v této oblasti osobní dopravy zaznamenal velký kus cesty a rychlým tempem pokračuje dál. Již v roce 2014 budou muset všichni výrobci prodávat výrobky splňující normu Euro VI. Ne jinak tomu bude i u výrobků společnosti Iveco Cz. (Karosa), pro kterou na vývoji nových autobusů již 26 let pracují.

KLÍČOVÁ SLOVA

trend, energie, autobus, palivo, budoucnost, emise

TITLE

The current level and future development trends of bus transport

ANNOTATION

Already himself emergence bus was a historic milestone in moving people, because suddenly allowed people to travel together and organized instead of having to travel all by myself, on my own. This benefit, however, could not stay single for long, because the use of non-upgraded diesel engines, non-organic materials and processes in manufacturing, this advantage would quickly degrade. Therefore, developments in the field of passenger traffic recorded a long way and continues at a rapid pace. Already in 2014 will have all the manufacturers to sell products complying with Euro VI. No other will be the case of Iveco Cz. (Karosa), for which the development of new buses for 26 years work.

KEYWORDS

trend, energy, bus, fuel, future, emission

OBSAH

ÚVOD	10
1 HISTORICKÝ VÝVOJ AUTOBUSOVÉ DOPRAVY	12
2 LEGISLATIVNÍ RÁMCE	15
3 SOUČASNÝ STAV AUTOBUSOVÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ.....	18
3.1 Iveco Bus (5).....	18
3.2 Volvo (18).....	24
3.3 Scania (23)	27
3.4 SOR (28).....	29
3.5 EvoBus (36)	34
3.6 Solaris (41).....	36
3.7 Neoman (47), (48).....	39
3.8 VDL (51).....	41
3.9 Škoda Transportation	44
4 SOUČASNÁ ÚROVEŇ POŽADAVKŮ NA UŽITNOU HODNOTU.....	46
5 DYNAMIKA VÝVOJE AUTOBUSOVÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ	49
6 VLASTNÍ ZHODNOCENÍ MOŽNÝCH TRENDŮ VÝVOJE.....	53
6.1 Co bude po Euro VI.?......	54
6.2 Marketing a analýza úspěšných řešení konkurence.	56
6.3 Využití výkonu motoru pouze pro pohon vozidel.....	57
6.4 Těsnější standardizace mezi autobusy a nákladními vozidly.....	57
6.5 Moderní technologie a postupy řízení výroby.	58
6.6 Délky autobusů.....	59
6.7 Pracoviště řidiče.	59
6.8 Prostor pro cestující.....	60
6.9 Zadní část – motorový prostor	61
6.10 V hlavní roli střecha	61
6.11 Autobusové dopravní systémy pro aglomerace velkých měst.	62
6.12 Použité materiály a zvyšování užitečného zatížení.	62
6.13 Vliv autobusové dopravy na její okolí.....	63
6.14 Shrnutí	64
7 ZÁVĚR.....	65
8 POUŽITÁ LITERATURA	66
9 PŘÍLOHY	70

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 - První autobus London Steam Carriage (2).....	12
Obrázek 2 - Karosa ŠD 11 pro výstavu v Nice 1969 (4)	13
Obrázek 3 - Karosa A 30; prototyp na podvozku Saviem (4)	14
Obrázek 4 - Irisbus Citelis Hybrid (6)	19
Obrázek 5 - Irisbus Citelis Hybrid (7)	19
Obrázek 6 – Koncept Irisbus Hynovis (8)	20
Obrázek 7 - Schéma hydraulického hybridu (9)	20
Obrázek 8 - Koncept Hynovis očima designera (12).....	21
Obrázek 9 - Iveco Urbanway Euro VI. (13)	21
Obrázek 10 - BRT Civis v ulicích Las Vegas (14)	22
Obrázek 11 - BRT Irisbus Crealis (15) (16)	22
Obrázek 12- Irisbus Magelis Pro (17).....	24
Obrázek 13 - Volvo 7900 Hybrid; umístění komponentů pohonu (19).....	24
Obrázek 14 - Volvo 7700 Hybrid (21).....	26
Obrázek 15 - Linkové Volvo 8900 v třinápravovém provedení (22)	27
Obrázek 16 - Koncept Scania Hybrid v provozu (24)	27
Obrázek 17 - Koncept Scania Hybrid; rozmístění komponentů (26)	28
Obrázek 18 - Scania Touring (27)	29
Obrázek 19 - SOR HNB 18 Hybrid v Praze (29)	30
Obrázek 20 - SOR HNB 18 Hybrid pro DP Praha; umístění komponentů (31).....	32
Obrázek 21 - SOR ENB 8 Elektrobus na BusWorld 2013; umístění baterií (32)	33
Obrázek 22 - SOR ENB 9,5m (34)	33
Obrázek 23 - SOR CN 13,5m (35)	34
Obrázek 24 - Mercedes Citaro FuelCell Hybrid na Výstavě UITP ve Vídni (37).....	34
Obrázek 25 - Mercedes Benz Citaro EuroVI. (39)	35
Obrázek 26 - Setra Comfort Class 500 (40)	36
Obrázek 27 - Solaris Urbino 12 Hybrid; představení veřejnosti (42).....	37
Obrázek 28 - Solaris Urbino 12 Hybrid; schéma pohonu (43)	38
Obrázek 29 - Solaris Urbino Hybrid; umístění komponentů (45)	38
Obrázek 30 - Solaris Interurbino (46).....	39
Obrázek 31 - Man Lion´s City Hybrid pro RATP (49)	40
Obrázek 32 - Neoplan Starliner (50).....	41
Obrázek 33 - Autobus roku 2011 VDL Citea (53)	42
Obrázek 34 - BRT Phileas ve francouzském Douai (55).....	43
Obrázek 35 - VDL Futura Autokar roku 2012 (56).....	44
Obrázek 36 - První český FuelCell Hybrid TriHyBus (57)	44
Obrázek 37 - Úprava autobusu Irisbus Crossway pro Věžeňskou službu (59)	47
Obrázek 38 - Úprava autobusu Irisbus Crossway pro cestovní kancelář Pangeo (60)	47
Tabulka 1 - Parametry etap předpisu Euro	70
Tabulka 2 - Vývoj používání paliv pro pohon (61)	71

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

EEV - Enhanced environmentally friendly

CNG – Compressed Natural Gas

LPG – Liquefied Petroleum Gas

LNG – Liquefied Natural Gas

EGR – Exhaust Gas Recirculation

EBSF – European Bus System of the Future

UITP – Union Internationale des Transports Public

BRT – Bus Rapid Transit

FPT – Fiat Power Train

RATP – Régie autonome des transports parisiens

LE – Low Entry

LF – Low Floor

ESP – Electronic Stability Program

OLEV – On Line Electric Vehicule

CHIC – Clean Hydrogen In European Cities

CUTE – Clean Urban Transport for Europe

I-SAM – Integrated Starter, Alternator Motor

PMU – Powertrain Management Unit

KERS – Kinetic Energy Recovery System

EVT - Electrically Variable Transmission

DPIM – Dual Power Invertor Module

OZE – Obnovitelné zdroje energie

WCM – World Class Manufacturing

SCR CRT – Selective Catalitic Reduction Continuously Regenerating Trap

HD – High decker

TERMINOLOGIE

Trend – základní směr vývoje určitého jevu. Znamená směřování, tendenci spíše dlouhodobého procesu změny. Určitý, po delší dobu se projevující proces.

Kategorie Bus – Označení pro městské a příměstské autobusy

Kategorie Coach – Označení pro linkové a dálkové autobusy

Euro I. až VI. – Normy, stanovující hodnoty emisí výfukových plynů. Značí se I. až VI. od nejmírnější po nejpřísnější.

EEV (Enhanced Environmentally Friendly Vehicle - Vozidlo ohleduplnější k životnímu prostředí) – Norma upravující velikost emisí znečišťujících látek ve výfukových plynech motorů vozidel, která se svou přísností řadí mezi Euro V. a VI. Vyžaduje extrémně nízké množství emisí pevných částic, které představují nejzávažnější riziko z hlediska zdraví.

Stop/Go – Označuje nový systém samočinného vypínání a rychlého startu motorů.

Hybrid – Název pro vozidlo využívající kombinaci více druhů pohonu.

I-Shift – Označení převodovek vyvíjených švédskou firmou Volvo.

Oktanové číslo – Vyjadřuje odolnost paliva proti samozápalu při kompresi ve válci zážehového spalovacího motoru. Projevuje se jako tzv. klepání.

Cetanové číslo – Vyjadřuje kvalitu motorové nafty z hlediska její vznětové charakteristiky.

OLEV – Systém indukčního dobíjení autobusů, který spočívá v uložení nabíjecích desek do vozovky na vybraných místech trasy. To má za následek menší a lehčí baterie ve vozidle a častější nabíjení během provozu.

Supersingle – Jedná se o širokoprofilovou pneumatiku, která se v poslední době začíná používat na hnaných nápravách nákladních vozidel a autobusů. Z prostorových důvodů nahrazuje v současné době známou dvoumontáž, při zachování stejné nosnosti a menšímu valivému odporu.

FAME/MEŘO – Metylester řepkového oleje. Alternativní palivo spalovacích motorů.

AdBlue – Jedná se o chemicky vysoce čistý vodní roztok syntetické močoviny, který se užívá při úpravě výfukových plynů vznětových motorů.

Fuel CELL – Označení technologie využívající palivový článek k výrobě elektrické energie

Ev drive – Zařízení firmy Alisson, které v sobě kombinuje automatickou převodovku a dva generátory, které mohou přijímat i poskytovat kroutící moment.

ÚVOD

Už samotná myšlenka lidí v 19. a na počátku 20. století, v době začátku rozmachu osobní automobilové dopravy, měla vysoký potenciál. Tou myšlenkou bylo cestovat společně na krátké (teritoria měst), střední (od města k městu) i dlouhé vzdálenosti (z jednoho státu do druhého). Konkurenci měla autobusová doprava od počátku velkou a to hlavně v podobě velice rozvinuté železniční dopravy. Díky větší nezávislosti si uchovala svůj význam do současnosti a bude se rozvíjet dál. Jako ve většině oborů i tento musí akceptovat v každé době všechny požadavky na moderní výrobní trendy, spolehlivost a stále se snižující ekologickou zátěž životního prostředí. To se začíná stávat nosným tématem a začíná měnit desítky let zavedené postupy a vývojové koncepce. Od začátku roku 2009 jsou vyráběny všemi výrobci autobusů, kteří vyrábějí a prodávají své výrobky na území Evropské unie vozidla, splňující emisní normu Euro V. a EEV. Je to další příspěvek, který se v budoucnu projeví ve zlepšení kvality ovzduší nad naším kontinentem. Předpis, který se zabývá problematikou snižování jednotlivých exhalačních složek, se týká hlavně spalovacích motorů. Nesmíme zapomenout uvést, že v tomto směru autobusoví výrobci využívají vývoje pohonů pro nákladní automobily, což přispívá ke snižování nákladů na vývoj a na druhou stranu přináší zvýšení sériovosti vybraných řešení a snižuje jejich cenu. Běžně se již nyní setkáváme v městských aglomeracích s plynovými autobusy poháněnými agregáty, spalující CNG (Compressed Natural Gas). Česká Republika není výjimkou a například ve východočeských Pardubicích jsou provozovány stále častěji autobusy od Irisbusu (bývalá vysokomýtská Karosa), typ Citelis 12m CNG.

A není se čemu divit, protože bylo dokázáno, že za 10 euro zemního plynu ujede osobní automobil 201 km, zatím co na benzín nebo naftu ujede jen 97, resp. 134 km (1).

Od roku 2011 vyrábí a prodává švédské Volvo městský autobus typ 7700 s interně vyvinutým hybridním pohonem, SOR Libchavy v minulém roce začal dodávat do Prahy městské autobusy NBH 12 a 18 s hybridní technologií pohonu od americké firmy Allison. Dle uzavřené smlouvy mezi DP Praha a SOR Libchavy přijdou na řadu i elektrobuses. Tyto namátkou jmenované produkty výše uvedenou emisní normu plní s rezervou. Jde o první pokusy, jak v normálním provozu nahradit spalovací motory pracující s fosilními palivy na bázi ropy a ropných produktů. Většina výrobců pracuje na vývoji nových druhů pohonů. Jde o složité a drahé prototypy, které jsou testovány, aby odhalily klady a zápory vybraných řešení. Základních koncepcí budoucnosti přispívající k ochraně ovzduší je více. Každý

výrobce si hledá nějakou vlastní cestu a zatím není zřejmé, která má největší potenciál stát se tou vůdčí. V této době vzniká mnoho nových trendů, kterými jednotliví výrobci chtějí řešit budoucnost autobusů ze svého pohledu. O těch, které jsou nejzajímavější a schopné posunout technologický vývoj v této oblasti dál, je věnována šestá kapitola.

1 HISTORICKÝ VÝVOJ AUTOBUSOVÉ DOPRAVY

Když se podíváme v čase zpět, tak uvidíme, jak dlouhou a úspěšnou cestu zaznamenal vývoj autobusových dopravních prostředků. Co je dvě stě let v historii lidstva? Skoro nic, nepatrná epizoda. Ale během ní jsme se dostali od kočárů taženými koňmi a pokusy o první autobus vzniklý z nákladního automobilu pro převoz několika lidí až po bezbariérový autobus, poháněný palivovým článkem, který jich pojme desítky.

Je dost složité přesně stanovit okamžik vzniku autobusové dopravy. Nejstarší zmínka o silničním motorovém vozidle, které bychom mohli nazvat autobusem, je z roku 1803. V tomto roce začal jezdit Londýnem parní autobus London Steam Carriage vynálezce Richarda Trevithicka. Byl jen krátce v provozu, protože jeho kariéru ukončila nehoda, při které zboural plot. Byl poháněn parním strojem, pro cestující byl velmi nepohodlný, hlavně při nástupu a výstupu. I jeho provoz byl o hodně nákladnější, nežli v té době rozšířený pohon vozidel koňskou silou. Nejzajímavější na tom všem je, že pokud toto vozidlo opravdu označíme, za první autobus, tak byl zřejmě použit o něco dříve nežli lokomotiva, která dominovala, jako tažné vozidlo dopravě v 19. a zhruba až do 70. let století dvacátého (2).



Obrázek 1 - První autobus London Steam Carriage (2)

Již masivnější používání autobusů můžeme zasadit do období konce 19. a začátku 20. století. První autobusy vznikly přestavbou nákladních automobilů. Začaly nahrazovat hlavně koněpřežné omnibusy a kočáry. Komfort cestování byl nedůstojný, protože se sedělo stále na dřevěných lavicích a kola byla loukoťová, později s navulkanizovanou gumou a jednoduchým pérováním listovými pružinami. Další rozvoj nastal po první světové válce, kdy např. ve Švýcarsku dopravní společnosti skupovaly od armády nevyužitá nákladní automobily a následně je upravovaly pro převoz cestujících. V polovině dvacátých let již dochází k další modernizaci, kdy autobusy jsou již více přizpůsobeny pro přepravu lidí a jsou vybaveny

například pneumatikami, lepšími sedadly a prostory pro odkládání zavazadel. V těchto dobách už začínají vznikat oddělení, která se zabývají pouze jejich vývojem a výrobou.

Přínos pokroku v této oblasti byl i v Rakousko-Uhersku a následně v Československu. První omnibusy vyráběla firma Laurin&Klement. Jejich název byl HOP a díky nim začala být od roku 1908 na našem území provozována linková doprava na trasách Pardubice – Bohdaneč a Pardubice – Holic. V Praze probíhal zkušební provoz v roce 1907 a o rok později s nimi cestující jezdili i na teritoriu našeho hlavního města. Název modelu byl závislý od účelu prvního vyrobeného kusu. Například označení HOP, byl omnibus typu H určený pro provoz v Praze. Každý vůz byl originál přesně přizpůsobený požadavkům zákazníka (3).

Dalším významným výrobcem autobusů se stala vysokomýtská firma známého karosáře Josefa Sodomky a jeho syna. Ti již před první světovou válkou a v meziválečném období věděli o potenciálu hromadné přepravy osob pomocí autobusů. Na konci třicátých let a během Druhé světové války už byly autobusy pevnou součástí výrobního programu firmy. Škoda jen jiného poválečného vývoje v padesátých až osmdesátých letech minulého století, kdy vysokomýtská Karosa, která v té době logicky vznikla na troskách úspěšné Sodomkovy firmy, nemohla naplno využít potenciál lidí připravovaných na tvrdou světovou konkurenci v předchozím období. Kreativita a šikovnost lidí tu byla stále velká a tak ještě na typové řadě ŠM a 700 najdeme řešení, v té době unikátní a světová. Na konci šedesátých let dvacátého století na výstavě ve francouzském městě Nice byly představeny a konfrontovány s evropskou konkurencí zajímavé prototypy autobusů. Uspěly a získaly významná ocenění.



Obrázek 2 - Karosa ŠD 11 pro výstavu v Nice 1969 (4)



Obrázek 3 - Karosa A 30; prototyp na podvozku Saviem (4)

Zhruba před třiceti lety vyráběla firma autobusy na jednom základu jak ve verzi městské, linkové i dálkové. Sjížděly z linek po desítkách, podobné jak vejce vejci. Lišily se pouze tím, že městský autobus byl lakován červenobíle. Měl přední úzké dveře a střední se zadními byly široké. Uvnitř několik jednoduchých sedadel, aby co největší plocha byla pro stojící cestující. Protože byl určen pro městský provoz, tak kvůli snadnějšímu nástupu na první schod jezdil na nízko profilových pneumatikách. Linkový byl výhradně modrobílý, měl přední a prostřední úzké dveře, jednoduchá sedadla pro sedící cestující a prostor pro jeden kočárek proti středním dveřím. Dálkový byl žlutobílý, přední dveře měl úzké, za zadním kolem jednokřídlé a uvnitř pohodlnější dálková sedadla ve dvou řadách podél střední uličky. Jeden typ motoru Liaz, převodovky Praga, jednu mechanickou a druhou automatickou. Jedno provedení podvozku s pokud možno stále stejnou výbavou. Kvalita lakování byla místy taková, že bylo možné vidět autobusy s velkými plochami bez původní povrchové ochrany pozinkovaných plechů, které tvořily vnější oplechování. Bylo to samozřejmě dáno dobou a omezenou dostupností moderních technologií, ale na druhou stranu tlak od provozovatelů nebyl takový, jako dnes.

V devadesátých letech již firma fungovala jako součást společností R.V.I. (Renault Vehicule Industry), která úspěšně využila kvalitní firemní potenciál, poskytla přístup ke konkurenceschopným technologiím a hlavně otevřela dveře na západoevropské a světové trhy. Nyní je vlastnictvím firmy Iveco, ale už beze své značky a hlavně rozhodování o své vlastní cestě vpřed. Vůdčí role lídra autobusového vývoje byla bohužel přenechaná hlavně konkurenci z Německa.

2 LEGISLATIVNÍ RÁMCE

Je jednoznačné, že pokud budou prosazeny nové vývojové trendy, tak jedině s podporou předpisů a dohod, na kterých se usnesou velcí evropští a světoví hráči na globálním trhu. Prvním základním předpisem, který funguje již řadu let, je předpis pro snižování emisí v Evropě známý pod názvem Euro. V současné době výrobci pracují na tom, aby v roce 2014 byli schopni svým zákazníkům nabídnout výrobky splňující již normu Euro VI. Protože je snižování emisí jedním z nejdůležitějších trendů, bez něhož bychom jako lidé na této planetě těžko přežili, bude v dalších řádcích tato problematika blíže popsána a vysvětlena.

Abychom věděli kdy, o kolik a které exhalační parametry je nutné snížit, byla vydána evropská norma pro redukci emisí nebezpečných látek, které produkují spalovací motory. Řídí se jí výrobci motorů a dopravních prostředků, které jsou jimi poháněné.

Co je obecně považováno za emisní složky spalovacího motoru, které je nutno eliminovat?

Oxid uhličitý (CO₂) - je neviditelný a nepáchnoucí plyn bez chuti, který sám o sobě není jedovatý, ale podílí se na vzniku skleníkového efektu.

Oxid uhelnatý (CO) - je rovněž neviditelný a nepáchnoucí plyn bez chuti, který je lehčí než vzduch. Je jedovatý, váže se na hemoglobin, tedy krevní barvivo a tím zabraňuje přenosu kyslíku z plic do tkání. Je nebezpečný i proto, že je nedráždivý a výbušný. V normálních koncentracích v ovzduší relativně rychle oxiduje na oxid uhličitý CO₂.

Nespálené uhlovodíky (HC) - obsahují kromě dalších složek především karcinogenní aromáty, jedovaté aldehydy a nejedovaté alkany a alkeny.

Oxidy dusíku (NO_x) - mají podobné účinky jako CO, napadají plíce a sliznice. Ty vznikají během hoření ve válcích motoru za vysokých teplot a tlaků a to při nadbytku kyslíku. Některé oxidy dusíku jsou zdraví škodlivé.

Oxid siřičitý (SO₂) - je štiplavě páchnoucí, jedovatý bezbarvý plyn. Je nebezpečný tím, že uvnitř dýchacích cest vytváří kyselinu siřičitou.

Pevné částice (PM) - částice sazí způsobující mechanické dráždění a fungující jako nosiče karcinogenů a mutagenů. Díky vysokému karcinogennímu potenciálu představují vysoké zdravotní riziko pro obyvatelstvo.

Protože autobusy používají druh vznětového spalovacího motoru, je dáván důraz hlavně na dvě emisní složky. Tou první jsou pevné částice (PM), tou druhou jsou oxidy dusíku (NO_x). Konkrétní hodnoty jsou uvedeny v přehledové Tabulce 1 (kapitola 9 Přílohy).

Díky předpisům Euro jsme získali přehledný plán, jak pomoci životnímu prostředí a za rozumnou cenu řádově snížit vypouštěné emise do ovzduší. Od začátku roku 2011 platí pro nově vyrobená vozidla norma Euro V. U klasických přeplňovaných vznětových motorů se výrobci rozdělili podle přístupu k jejímu plnění do dvou skupin. Na ty kteří výfukový systém doplnili o systém SCR CRT s podporou Ad-blue a na ty, kteří používají technologii EGR. Byli tak rozděleni i během platnosti normy Euro IV. Důvodem bylo to, že mezi Euro IV. a V. není výrazná změna ve vnějších rozměrech a v základní koncepci motorů a výfukových systémů. Například Irisbus-Iveco byl schopen nabízet technologii Euro V. a EEV v předstihu, protože vývoj motorů a výfukových filtrů probíhal nepřetržitě a zástavby do vozidla se vůbec nedotkl.

Ten, kdo zvolil SCR CRT se vstřikem Ad-blue musel řešit další nádrž pro novou provozní kapalinu (tzv. močovinu neboli Ad-blue). Tu je navíc nutné zahřívat, protože při -11,5°C již tuhne. Naproti tomu systém EGR plní exhalační normy pouze za použití systému ochlazování výfukových plynů a přisávání jejich části do spalovacího prostoru. Takto vybavená vozidla mají také speciální výfukový tlumič.

Otázkou zůstává, co se na tomto poli po spuštění sériové výroby vozidel plnicích normu Euro VI. stane? První odpověď lze najít v prezentaci švédské firmy Volvo z dubna letošního roku. Tou je jasně deklarovaná orientace na hybridní, elektrický pohon a jejich případné kombinace. Je to aktivita a představa pouze jednoho výrobce, na které se Ti co rozhodují o společné Evropské dopravní koncepci shodnou, nebo se budou hledat dál výhodnější řešení od jiných výrobců? Další trendy a směry se budou muset utvářet v nejbližších letech, aby bylo jasné, co je pro Evropské popřípadě světové teritorium nejvhodnější ze všech úhlů pohledu. Mluví se i o přípravě další emisní normy Euro, již s pořadovým číslem VII. V současnosti k ní nejsou žádné další podrobnosti. Snad jen uvažovaný rámec platnosti mezi lety 2017 – 2018.

Existují však další zajímavé projekty. Iniciativou Evropské komise je projekt, který ukazuje jednu z možných cest rozvoje autobusové dopravy. Jde o EBSF – European Bus System Of The Future (Evropský autobusový systém budoucnosti). Je to zatím pokus o společný autobusový projekt. Snahou je dojít ke sjednocení v některých oblastech

autobusové dopravy na teritoriu Evropy. Tato aktivita započala v září 2008. V současné době se ho účastní 49 subjektů, které pracují s rozpočtem 26 milionů Eur. Koordinátorem je UITP (Union Internationale des transports public). Výsledkem by mělo být vyřešení stanovených dílčích projektů, jako např. pracoviště řidiče, pokročilé informační systémy a prosvětlené měchy, které kryjí klouby u článkových autobusů, atd. Zatím existují u některých výrobců autobusy spíše ve fázi prototypů. Až od Euro VI. se mohou některá řešení dostat do sériových autobusů, ale zatím jen na pracovišti řidiče.

Potřeby a cíle dopravců se v základních rysech sjednotily také v projektu BRT (Bus Rapid Transit). Je to dopravní systém centralizace a zvýšení přepravených objemů cestujících v krátkých časových intervalech v hustě obydlených aglomeracích. Vytvořením speciálních koridorů, které využijí pouze autobusy, případně i trolejbusy se zrychlí přeprava osob a zvýší bezpečnost. Koridory jsou přímé a zastávky umožňující rychlou výměnu osob. Vozy systému mohou být delší nežli autobusy provozované na běžné silnici a vybavené pohony s vysokou ohleduplností k okolnímu prostředí. Vznikla tak velká skupina autobusových dopravních systémů, jejichž kvalita byla povýšena nad kvalitu běžných městských a příměstských autobusů. Ve světě je na něj nahlíženo jako na levnou alternativu systému blížícího se svou výkonností kolejovým systémům a cestovní rychlostí metru. V České republice je poněkud neprávem opomíjen. Třebaže v některých městech je autobusová doprava značně rozvinutá, tak do některých míst kvalitní napojení neexistuje. Tím je míněno dříve zamýšlené spojení pražského Letiště Václava Havla s částmi hlavního města blíže k centru za použití systému BRT Cavis od Irisbusu.

Další aktivita se chystá od roku 2015. Projekt má název CHIC (Clean Hydrogen In European Cities) a je pokračovatelem projektu CUTE (Clean Urban Transport for Europe). Týká se masivnějšího použití technologie palivových článků pro autobusy. Je zaměřen na významných pět evropských regionů. V každém z nich budou provozovány autobusy poháněné vodíkovým palivovým článkem. Projekt má za cíl zvětšit vodíkovou infrastrukturu, vysvětlit a poukazovat na výhody a získat podporu pro tento druh technologie. V případě úspěchu by se počet regionů používající tento druh čisté dopravy mohl rozšířit o další evropské aglomerace. Většímu prosazení této technologie bohužel zatím nepřejí nízké ceny ropy.

Na základě úspěšnosti výše uvedených projektů, můžeme očekávat v budoucnu vznik nových legislativních předpisů.

3 SOUČASNÝ STAV AUTOBUSOVÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

V posledních letech došlo k zásadní filozofické přeměně uvnitř autobusových firem a jejich vývojových oddělení. Došlo k zásadnímu rozdělení do dvou hlavních skupin výrobků. V té první jsou městské a příměstské autobusy, v té druhé jsou autobusy linkové, turistické a dálkové. Autobusy z té první skupiny se nazývají - Bus a z té druhé - Coach.

Od poloviny devadesátých let minulého století můžeme sledovat nástup klasických autobusů z kategorie Bus, speciálně navržených pro přepravu v ulicích měst a poháněných systémy produkující minimální nebo nulové emise a vydávající minimální hluk.

Speciální skupinou Bus-ů jsou pozemní dopravní systémy pro aglomerace velkých měst BRT, které se v posledním desetiletí začaly zavádět do provozu. V dalších patnácti letech se očekává zvýšení kapacity městské hromadné přepravy na dvojnásobek. Ve velkých metropolích světa bude muset být dáván stále větší důraz na zrovnoměnění vzrůstajícího počtu přepravených cestujících různými druhy dopravních prostředků. Velkokapacitní metro, na kolejích závislé tramvaje a trolejích trolejbusy se do všech míst v těchto aglomeracích nedostanou. Tuto práci vykonají autobusy. I z tohoto důvodu je největší těžiště vývoje alternativních pohonů, paliv a obecně efektivních systémů vedoucích ke zvýšení kapacity městské autobusové dopravy v této oblasti největší a v budoucnu stále bude. Pokud bychom ekologicky šetrnější autobusy nevyvíjeli, život ve velkých městech by za nějaký čas stejně nebyl kvůli vysokým koncentracím škodlivých látek možný. Vidíme to již v současnosti, kdy se v zimním období potýká s velkými problémy severomoravská Ostrava.

Mezi autobusy kategorie Coach jsou zařazeny autobusy linkové, meziměstské a turistické. Zde již k tak dynamickému rozvoji nedochází, protože různé hybridní systémy nejsou pro tak velké a těžké autobusy v tuto chvíli vyvíjeny. Navíc silné naftové motory, které tyto autobusy pohánějí, při jízdě na delší vzdálenosti pracují v ideálním režimu a nevypouštějí do ovzduší tolik exhalací, jako městské autobusy, vybavené méně výkonnými motory.

3.1 Iveco Bus (5)

Tento výrobce má zastoupení v kategorii Bus řadou Citelis. Vyrábí se ve třech základních variantách. O délkách 10,5 a 12m ve dvounápravovém provedení, dále kloubový s délkou 18m a třemi nápravami. Pohon je zajištěn italskými motory FPT Tector/Cursor. Alternativně lze použít pohon motorem Cursor pro spalování CNG. Další částí kinematického

řetězce jsou automatické převodovky ZF a Voith a zadní nápravy od výrobce Meritor a Graziano. Přední náprava je vlastní konstrukce a řízení od firmy ZF. V posledních měsících již výrobce nabízí hybridní verzi klasického městského i kloubového autobusu řady Citelis, poháněnou sériovým hybridním pohonem vyvíjeným společně s firmou BAE Systems.



Obrázek 4 - Irisbus Citelis Hybrid (6)

Tato technologie v sobě kombinuje menší naftový motor a elektromotor i funkci Stop and Go. BAE Systems dodává komponenty pohonného systému zahrnující proudový měnič, modul pro řízení energie, baterie, generátor se zabudovaným spínačem funkce Stop and Go a elektromotor. Irisbus doplňuje motor Tector 6 – Euro V. Díky sériové hybridní hnací soustavě je možno vynechat převodovku.



Obrázek 5 - Irisbus Citelis Hybrid (7)

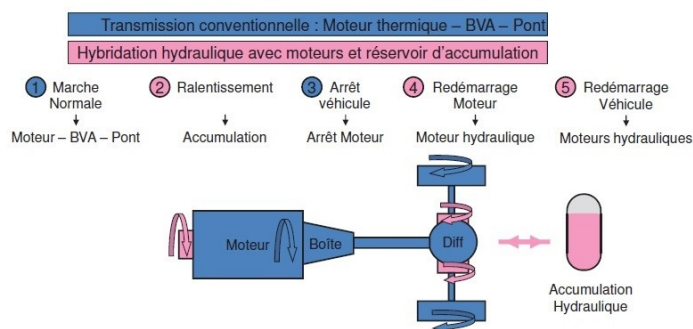
Velice zajímavým futuristickým projektem a příspěvkem této společnosti k řešení dopravy na teritoriu středu velkých měst nese název Hynovis.



Obrázek 6 – Koncept Irisbus Hynovis (8)

Na tomto projektu se dohodly a spolupracovaly Irisbus s pařížským dopravním podnikem RAPT. Vznikl tak zatím pouze prototyp autobusu speciálně navrženého pro náročný městský provoz. Podle výrobce převeze více cestujících (o devět oproti Citelisu) a přitom spotřebuje méně paliva. Díky tomu bude potřeba méně takových autobusů v provozu. Už jen tím se stává jeho provoz ekonomičtější a také ekologičtější. Konstrukce vozu je o 1 tunu nižší nežli je standardní městský autobus Citelis. Snížení umožnilo použití pevnostních ocelí koster sedadel, z nichž jedna váží pouze 5kg, ale hlavně byl použit menší a lehčí motor Tector 6/EEV o výkonu 164 kW. Ten je navíc vybaven systémem Stop and Go a systémem rekuperace brzděné energie. Ta se předává přes hydraulické čerpadlo do hydro-pneumatikých akumulátorů.

Fonctionnalités possibles de l'hybridation hydraulique



Obrázek 7 - Schéma hydraulického hybridu (9)

Takto uložená energie se pak využívá jako podpora při rozjíždění. Dle informací výrobce je hydraulická technologie cenově srovnatelná s klasickými mechanicko-elektrickými zařízeními. Hydraulika vykazuje během provozu stále stejnou účinnost, zatímco elektrické akumulátory se vybíjecími cykly opotřebovávají. K nižší spotřebě přispívá systém Stop and Go, který po zastavení autobusu vypíná ihned motor. Po lehkém tlaku na plynový pedál motor po 0,3s opět nastartuje. V reálném provozu je to nepostřehnutelné. Na uvedeném schématu (Obrázek 7) je vysvětlena funkce hydraulického hybridu. Modře (číslo 1-Normální jízda a 3-

Zastavení vozidla) je naznačena funkce klasického pohonu (Motor, převodovka, náprava), různově (číslo 2-Brzdění, 4-Start motoru a 5-Rozjezd vozidla) funkce hydraulického hybridu. Další zajímavostí je použití přední dvounápravy s malými koly a zadního zavěšení kol s pneumatikami Supersingle. Všechna kola jsou řízena a pneumatiky mají konstrukci snižující jízdní odpor a hluk. Tento koncept dokáže snížit spotřebu nafty o 30% a emise NOx snižuje na polovinu. Dle posledních informací z francouzských internetových stránek byl před dvěma lety testován v Paříži, zatím bez cestujících (10) (11).



Obrázek 8 - Koncept Hynovis očima designera (12)

Nástupce řady Citelis, který dostal nový název Urbanway, měl světovou premiéru v březnu 2013 na výstavě UIPT ve švýcarské Ženevě. Jedná se o autobus úplně odlišné koncepce, s novým vnějším a vnitřním designem a splňujícím normu Euro VI. Používá již výhradně marking Iveco Bus. Zatím se připravuje ve stejných provedeních jako Citelis. Stejně délky (10,5, 12m a kloubový 18m), stejné druhy pohonu (klasický diesel, pohon CNG a hybridní provedení). V příštích letech bude k dispozici i jako elektrobus s pantografovým a plug-in dobíjením.



Obrázek 9 - Iveco Urbanway Euro VI. (13)

Jedním z nejstarších zástupců a průkopníků kategorie BRT je dopravní systém Irisbus-Iveco, který dostal název CIVIS. Byl vyvíjen na začátku tohoto tisíciletí a v současné době jej provozuje v rámci systému hromadné dopravy americké město Las Vegas.



Obrázek 10 - BRT Civis v ulicích Las Vegas (14)

Dále je provozován ve španělském městě Castellon, francouzském Clermont-Ferrand a v budoucnu se plánuje jeho nasazením v italském Miláně. Jde o standardní 12m dlouhý dvounápravový, nebo o velkokapacitní kloubový autobus, který jezdí ve speciálním koridoru, odděleném od ostatních dopravních prostředků. Při jízdě tímto koridorem je schopen automatické jízdy bez řidiče za pomoci speciálního optického systému, který sleduje a koriguje polohu vozu prostřednictvím značek přesně umístěných v jízdni dráze. Pohon zabezpečuje hybridní pohonný systém. Ten se uvádí do činnosti elektrickou energií, která se získává buď z trolejí, které jsou součástí výbavy koridoru, nebo nastartováním spalovacího motoru malého objemu, který se stará pouze o pohon generátoru elektrické energie. Autobus je díky tomu schopen provozu i mimo koridor. Tento projekt se bude dále rozvíjet pod názvem Crealis.



Obrázek 11 - BRT Irisbus Crealis (15) (16)

Iveco Bus v segmentu Coach nabízí řadu Arway/Crossway/Recreo. Ta pokrývá spektrum vozů kategorie Intercity od příměstského typu Crossway LE (Low Entry), což je autobus v přední části s bezbariérovým přístupem do vozu, skoro identický s městskou řadou Citelis. Zadní část je převzatá z klasického linkového autobusu. Tato řada je završena typem Arway, který je používán na linkovou, ale více na turistickou dopravu. Disponuje odpovídajícím zavazadlovým prostorem ve střední části pod podlahou a odkládacími koši v interiéru nad každým sedadlem. Autobus Crossway je také přepracován na školní verzi Recreo, která se už po řadu let těší velké oblibě školáků hlavně ve Francii. Je vybaven speciálními dvojsedačkami, které mají společný sedák a mohou se na nich bezpečně přepravovat až tři malí školáci. Délky nabízených vozů jsou od 10,6 do 12,8m. Pohání je italské motory FPT Tector 6/Cursor 8, které tvoří kinematický řetězec s převodovkami od německých firem ZF a Voith. Zadní nápravu dodává italská firma Meritor a přední náprava je vlastní konstrukce, odpružená sduženou jednotkou od firmy Contitech. Ta v sobě kombinuje pružný vak a tlumič kmitů. V letošním roce byla zakončena výroba třinápravového typu Arway o délce 15m. Pohon obstarával motor FPT Cursor 11 a robotická převodovka ZF ASTronic. Ve výrobním programu firmy figuroval od počátku tohoto tisíciletí. Důvodem ukončení výroby byla ztráta konkurenceschopnosti, která byla zapříčiněna rezignací firmy na vývoj tohoto specifického typu vozidla.

Vlajkovou lodí se stal po ukončení výroby neúspěšného typu Arway HD, zájezdový super-lux Magelys. Existuje v luxusní verzi HD a HDH i v ekonomičtější provedení Magelys Pro. Délky vozů této řady jsou 12,2 a 12,8m. Provedení HDH je třinápravové s délkou 13,8m. Vozy pohání motor FPT Cursor 11 a převodovky od firmy ZF. Nápravy od stejných výrobců, jako autobusy řady Intercity.

V současné době vrcholí přípravy výroby všech autobusů této řady modernizovaných a splňujících normu Euro VI. Světovou premiéru měly všechny vozy této kategorie na říjnové výstavě Bus World 2013 v belgickém Kortrijku.



Obrázek 12- Irisbus Magelis Pro (17)

Na severu Evropy jsou dva výrobci, kteří dlouhodobě a ve velké míře přispívají pokroku. Švédské firmy Volvo a Scania.

3.2 Volvo (18)

Tento výrobce má v kategorii Bus zastoupení řadou 7900. Délkové rozmezí je od 12m pro dvounápravové provedení a 18m u kloubového třinápravového. Volvo je jedním z výrobců, který používá kompletně základní podvozkové skupiny z kamionů. Motor, nápravy, řízení a převodovky (u kterých alternuje i s typy od jiných výrobců). Prvním sériově prodávaným typem s hybridním pohonem v Evropě byl autobus řady Volvo 7700 Hybrid.



Obrázek 13 - Volvo 7900 Hybrid; umístění komponentů pohonu (19)

Modernizovaný model 7900 je takzvaný paralelní hybrid na diesellový a elektrický pohon, kde obě hnací jednotky mohou pracovat nezávisle na sobě. Hnací soustava se skládá ze vznětového motoru, spojky, převodovky a jednotky I-SAM (integrováný motor spouštěče a alternátor). Je to motor s permanentními magnety na střídavý proud sloužící zároveň jako

generátor a spouštěč vznětového motoru. Elektronická jednotka slouží jako měnič energie stejnosměrného a střídavého proudu. Mozkem systému je elektronický řídicí modul nazývaný jako PMU (jednotka pro řízení výkonu). Ovládá zapínání a vypínání elektrického a dieselového pohonu podle potřeby, jakož i režimy řazení rychlostí a dobíjení baterií. Hnací jednotky jsou spojeny spolu s automatickou převodovkou I-Shift s jemným odstupňováním převodových stupňů. Vysoký výkon elektromotoru umožňuje instalaci menšího a úspornějšího vznětového motoru. V hybridním autobusu Volvo je používán čtyřválcový pětilitrový vznětový motor Volvo, který disponuje výkonem 210 HP. Motor je uložen vertikálně v levém zadním rohu, stejně jako v ostatních vozech řady Volvo 7900. Protože motor je kompaktní jednotkou, zbývá tak prostor pro elektromotor společně s jednotkou I-SAM. Za normálních okolností se elektromotor používá při rozjezdu z klidového stavu a ke zrychlení na rychlost až na 20 km/h, což zajišťuje značné úspory paliva. Při vyšších rychlostech přebírá pohon autobusu vznětový motor, který současně nabíjí baterie elektromotoru. Hybrid je ideální pro městský provoz. Elektromotor slouží jako hnací motor i generátor. Při brzdění se brzdňý účinek využívá k dobíjení baterií – je to energie, která by jinak byla ztracena ve formě přebytečného tepla v brzděném systému. Opakované brzdění je tak provozní výhodou. Hybridní technologie je ideální při provozu, který se vyznačuje opakovaným zastavováním a rozjížděním s častým zrychlováním a brzděním, například v hustém městském provozu. Díky velkému točivému momentu nabízí kompaktní elektromotor dobrý výkon v oblasti nízkých otáček a doplňuje vlastnosti vznětového motoru při vyšších otáčkách. Elektromotor vytváří maximální točivý moment ihned při rozjezdu, což přináší vynikající rozjezdové charakteristiky a jízdní vlastnosti. Elektrická energie se také využívá, když je vozidlo v klidu. Pokud vozidlo stojí na zastávce nebo na semaforu, vznětový motor se automaticky vypne. Díky tomu autobus neprodukuje žádné výfukové plyny a je v provozu velmi tichý. Je-li autobus v klidu, vznětový motor je vypnutý. Nízko otáčkové vlastnosti elektromotoru doplňují tažnou sílu vznětového motoru při vysokých otáčkách. Baterie, které pohánějí hybridní autobus Volvo, jsou umístěny v přední části střechy. Úspora paliva dosahuje přibližně třiceti procent. Vynikající výkon vykazuje ve všech podmínkách městského provozu. Má nižší emise výfukových plynů, v klidu žádné emise, tichý rozjezd a vyšší počet cestujících při nezměněném přepravním toku. Pomocné funkce autobusu nemusí být poháněny vznětovým motorem, což dává větší volnost při výběru jejich umístění ve vozidle. Čerpadlo posilovače řízení, vzduchový kompresor a chladicí ventilátor jsou poháněny samostatnými elektromotory. Pro úsporu energie pracuje každý elektromotor, pokud je to opravdu zapotřebí .

Volvo má připravenou verzi tohoto hybridu ještě s externím plug-in dobíjením. Na střechu standardního hybridního autobusu firma doplnila jednotku se dvěma krátkými pantografy, které slouží k desetiminutovému dobíjení ve speciálních dobíjecích stanicích. Byla upravena kapacita baterií tak, aby byl autobus schopen na plně elektrický pohon projet vzdálenost 7 km. V případě celkového vybití, nebo nedostupnosti nabíjecí stanice bude vozidlo fungovat jako klasický hybrid se zapínáním spalovacího motoru. (20)



Obrázek 14 - Volvo 7700 Hybrid (21)

V dubnu letošního roku byla představena i kloubová verze tohoto hybridního autobusu s označením 7900 Articulated Hybrid. Technika podvozku vychází z krátké verze s důrazem na rozmístění baterií poblíž náprav kvůli nejlepšímu rozložení hmotnosti. Toto umožňuje 18 metrů dlouhému autobusu převézt maximálně 154 cestujících. Volvo deklaruje, že od roku 2014 všechny nízkopodlažní autobusy bude orientovat na tuto hybridní technologii.

V kategorii Coach nabízí tato firma pro linkovou dopravu typ 8900 a 8900 LE. Pro dálkovou dopravu jsou to typy 9500, 9700 a 9900. Jmenované autobusy byly představeny pozvaným novinářům a odborné veřejnosti v dubnu letošního roku ve výrobním závodě ve švédském Boras. Prošly modernizací a jsou připraveny plnit normu Euro VI. Tento výrobce jako jeden z mála používá komponenty kinematického řetězce (motory, převodovky) a nápravy vlastní konstrukce. Zajímavostí z tohoto setkání byla informace, že firma Volvo do budoucna plánuje použití hybridních pohonů i pro tento segment autobusů. Argumentem pro zavedení jsou stále se zpřisňující podmínky pro vjezd do středů velkých měst a jejich historických center. Vývojáři předpokládají pro tento případ nabídnout použití částečného, plně hybridního, nebo elektrického pohonu, pro možnost přiblížení cestujících – turistů co nejbližší těmto místům. Podle posledních informací je plně připraven pro použití systém KERS pro rekuperaci brzděné energie v kombinaci se zadní nápravou zatím pro nákladní a užitková vozidla. Jako zásobník energie zde bude použita setrvačnicková koncepce.



Obrázek 15 - Linkové Volvo 8900 v třínápravovém provedení (22)

3.3 Scania (23)

Druhým severským producent, firma Scania má zastoupení v kategorii Bus řadou Citywide a Omnicity. První jmenovaná je klasickým městským autobusem s bezbariérovým nástupem (LF – Low floor). Platformu, na které je Citywide postaven lze přizpůsobit pro použití od městských, přes linkové až po BRT řešení. Délky jsou od 10,9 do 18,1m, což je kloubové třínápravové provedení. Existuje i v provedení LE -Low Entry s délkami od 12 do 18,1m. Tyto provedení mají konfigurace náprav 4x2 a 6x2 a to i pro nejdelší kloubové provedení. Řada Omnicity je starší provedení nízkopodlažního městského autobusu. Vyrábí se v dvounápravové jednopodlažní a dvoupodlažní verzi a třínápravové kloubové verzi. Stejně jako u Volva poskytuje nejdůležitější podvozkové komponenty divize nákladních a užitkových vozidel. Scania je velice aktivní i ve vývoji čistých dopravních prostředků a od roku 2007 vyvíjí a zkouší prototyp speciálního městského autobusu.



Obrázek 16 - Koncept Scania Hybrid v provozu (24)

Konceptně se vymyká zavedeným pravidlům a je konstruován jako koncept Hynovis čistě účelně pro provoz ve městech.

Scania zvolila jako základ pohonu běžný autobusový motor, vznětový šestiválec typu DC9, který navíc umožňuje volbu paliva. Může být upraven pro spalování etanolu, motorové nafty nebo stlačený zemní plyn. Základní princip je prakticky totožný s obvyklými hybridními koncepcemi. Motor je spojen s generátorem, který dodává energii elektrickému motoru. Ten při brzdění funguje také jako generátor elektrického proudu. Získaná energie se ukládá v průmyslových ultrakondenzátorech s vysokou hustotou energie a účinností vyšší, než mají běžné akumulátory. Tím se minimalizují ztráty a prodlužuje se dojezd vozidla a jeho provozuschopnost v městské dopravě osob. Kondenzátor od firmy Maxwell Bootcap 4x125 V je chlazen nuceně proudem vzduchu díky soustavě malých ventilátorů. Dále plní funkci akumulátoru, nevyžaduje údržbu a jeho životnost by měla odpovídat životnosti celého vozidla. Dosažitelná energie je 400 Wh. Takový pohon plní emisní normu Euro V. a EEV. Celá pohonná jednotka, kromě zásobníků energie, klimatizačních jednotek, systémů větrání a vytápění uložených na střeše, je uspořádána nad zadní říditelnou nápravou umístěnou co nejvíce k zadní části vozidla. Protože řidič sedící uprostřed nad přední nápravou je naopak v poloze co nejvíce k přední části vozidla, má autobus dlouhou nízkopodlažní plošinu, která umožňuje snadný nástup a výstup. Při zachování stejné obsaditelnosti se délka autobus mohla zkrátit na 10m a díky umístění kol v rozích karoserie má výbornou manévrovatelnost. Při zvolení pohonu na zemní plyn (CNG) jsou na střeše místo elektrovybavení umístěny nádrže na stlačený plyn. Scania směřuje k všeobecnému zavedení alternativních paliv. Použitím etanolu jako hlavního paliva pro pohon hybridních systému se Scania chce podílet na budování udržitelného a ekologicky přijatelného systému městské hromadné dopravy. Etanol považují za momentálně nejvýhodnější a nejvhodnější alternativní palivo na trhu, což dále nevyžaduje extrémně velké náklady na tvorbu speciální infrastruktury a jiné sekundární investice (25).



Obrázek 17 - Koncept Scania Hybrid; rozmístění komponentů (26)

Scania v segmentu příměstských, linkových a dálkových autobusů kategorie Coach v současné době neprezentuje nějaké zásadní novinky v souvislosti s povinným přechodem na

Euro VI. Jako charakteristický rys, který si tato společnost stále drží, je dlouhodobá spolupráce s externími karosáři při přípravě vozidel jednotlivých řad. Stále vyrábí řadu Omnilink pro příměstskou dopravu. Ve spolupráci se španělským karosářem Irizar linkový autobus s označením i4 a řadu OmniExpress. Nejvyšší řadu reprezentují dvě řady PB a Century, kdy je podvozek opatřen také španělskou karosérií. Nejmodernější řadu Touring pro dálkovou a turistickou přepravu Švédové připravili ve spolupráci s čínským karosářem Higer. Tato spolupráce přinesla velice pozitivní výsledek týkající se designu vozidla. Scania využívá kinematický řetězec a nápravy vlastní konstrukce z nákladních a užitkových vozidel, upravené pro použití v autobusech. Tato společnost se hodně specializuje na výrobu mobilních podvozků pro karosování. V současné nabídce všech řad najdeme i třínápravová vozidla s délkou blížící se patnácti metrům a vozidla kloubová.



Obrázek 18 - Scania Touring (27)

3.4 SOR (28)

Východočeský výrobce SOR Libchavy nabízí v kategorii bus také své výrobky. Městské autobusy reprezentují řady BN v provedení LE. Vozy jsou dvounápravové v délkách od 9,5 do 12m. Dále pak řadu nízkopodlažních autobusů NB s délkou 12m a dvěma nápravami a kloubové třínápravové provedení. Pohon je zajištěn motory FPT Tector a Cursor. Ten druhý jmenovaný i v provedení CNG, jako alternativu pro obě řady. Převodovky automatické Alisson/ZF/Voith. Zadní nápravy od výrobců DANA a Voith, přední nápravy vlastní konstrukce a řízení RBL. SOR také velmi pokročil se zaváděním alternativních pohonů, které sériově začíná montovat do nové řady nízkopodlažních městských autobusů

řady NB a ve zkouškách jezdí prototypy na elektrický pohon. Komponenty hybridní technologie jsou od americké firmy GM-Allison.



Obrázek 19 - SOR HNB 18 Hybrid v Praze (29)

Tento systém nabízí výhody paralelního systému spolu s vylepšenými provozními vlastnostmi vozidla. Systém GM-Allison Hybrid EP patří do skupiny hybridních technologií EVT (Elektricky variabilní převodovka) a zahrnuje všechny výhody typické paralelní konstrukce. Prostřednictvím průběžně měnitelného převodového poměru nabízí vyšší nezávislost mezi spalovacím motorem a pohonným řetězcem vozidla. To znamená, že spalovací motor může stále běžet v pásmu nejúčinnějšího krouticího momentu a teplot bez ohledu na rychlost vozidla či stoupání, na kterém se vozidlo pohybuje. Pohon je řízen počítačovým systémem distribuce energie, který funguje jako „mozek“. Celkem dvanáct dílčích řídicích systémů přijímá a zpracovává informace a vysílá je upravené zpět. Vedle řízení vlastního hybridního pohonu umožňují komunikaci se systémy vozidla. Tu zajišťují vestavěné diagnostické testy a z toho vyplývající diagnostické signály pro chybová hlášení. Řídicí systém hybridní technologie zajišťuje víceúrovňové řízení a komunikaci mezi jeho prvky. Řídicího systému elektrického motoru, řídicího systému spalovacího motoru a jednotlivé řídicí systémy baterií, brzd a převodovky. Řídicí systém integrálně provádí řadu činností, které obvykle bývají zajišťovány výhradně jednotlivými prvky systému samostatně. Dobrým příkladem této komplexní spolupráce může být rekuperační brzdění. Na brzdění se podílí standardní brzdový systém a rekuperační brzdový systém, který produkuje elektrickou energii k dobíjení baterií. Každý z prvků systému má informace o činnosti prvků okolních a upravuje svou činnost s ohledem na ostatní. Výsledkem rekuperačního brzdění je schopnost vozidla zastavit normálním běžným způsobem při současném dobíjení baterií. Jednotka EV drive vypadá obdobně jako běžná automatická převodovka Allison a je srovnatelně velká. Obsahuje planetová soukolí a spojky, elektronické solenoidy, ventily a dva motorgenerátory,

kteře jsou schopny krouticí moment poskytovat nebo přijímat. Během provozu se oba elektrické stroje mohou nezávisle chovat jako motory i generátory v závislosti na rychlosti vozidla, jízdních požadavcích a stavu nabití baterií. Oba elektrické motorgenerátory současně fungují jako spojky s proměnlivým účinkem, které mohou daný prvek planetového systému urychlovat, zpomalovat či držet a tímto tato jednotka dostává charakter elektricky proměnné převodovky s nekonečným rozsahem převodových poměrů. Toto patentované a unikátní konstrukční uspořádání umožňuje kombinaci výhod paralelní a sériové konfigurace. Šest otáčkových snímačů dává řídicí jednotce převodovky a výkonovému měniči (DPIM) informace o velikosti a smyslu otáčení jednotlivých prvků. Volič stupňů hybridního systému Allison je identický s běžnými voliči elektronicky řízených automatických převodovek, kdy řidič volí D pro jízdu vpřed a R pro zpátečku. Informace otáčkových senzorů jsou také používány pro adaptivní systém řízení spojek a diagnostiku. Hlavní úlohou dvojitého výkonového měniče (DPIM) je převádět elektrickou energii ze stejnosměrného zdroje na střídavý proud, který pohání motory jednotky Ev drive, čímž vzniká požadovaný hnací krouticí moment. Při stavech, jako je rekuperační brzdění, je smysl působení krouticího momentu vzhledem ke smyslu otáčení rotoru opačný. Motor pracuje v generátorovém režimu a směr toku proudu je ven z motoru. Prostřednictvím regulace frekvence a amplitudy střídavého proudu moduluje DPIM úroveň krouticího momentu motoru a energetického toku. Pokročilý systém uchování energie do baterií s technologií Ni Metal Hydride a dodává jednotce Ev drive elektrickou energii pro motorgenerátory. Provedení a velikost se liší dle konkrétního vozidla a použití, ale typicky obsahuje okolo 240 bateriových článků. Životnost systému akumulace energie je 6 let. Ukládaná energie je získávána jak v průběhu rekuperačního brzdění, tak i v průběhu normálního provozu. Rovnoměrný a tichý rozjezd vozidla z klidu zajišťuje elektrický motor zásobovaný energií z baterií. Se zvyšováním rychlosti vozidla se připojuje spalovací motor s přímým vstupem do pohonného systému vozidla, tak jak je potřebné a případně dodává další výkon do baterií. Automatický systém sleduje, aby baterie byla optimálně dobitá. Při rovnoměrné rychlosti, typické při rychlejší jízdě, se baterie mohou úplně odpojit a systém může pracovat jako standardní konvenční pohonný systém. To je důvod, proč hlavní výhody nasazení této technologie se projevují při nižších rychlostech a provozu rozjezd – zastávka, přesně tak jak fungují městské autobusy. Důvodem, proč se používá energie z baterií při rozjezdu je to, že spalovací motory mají nedostatek krouticího momentu při nízkých otáčkách. Aby se vozidlo nerozjíždělo hodně pomalu, používají se běžně větší motory, než by bylo nezbytně nutné pro udržování rovnoměrné rychlosti. Pokud je rozjezd pokrýván či podporován z alternativního zdroje

energie, lze použít motor menší. Menší počet válců, či spalovací prostor o nižším objemu a menší pohybuující se díly mají samy o sobě nižší nároky na energii. Motor může být menších rozměrů a vytváří tak prostor pro zlepšení celkové spotřeby paliva hybridního systému. Elektrický pohon, disponující maximálním krouticím momentem při rozjezdu, zajišťuje řidiči spolehlivou akceleraci bez nutnosti zapojení spalovacího motoru a umožňuje tento motor vynechat z pohonného řetězce. Takovéto efektivní použití výkonu spalovacího motoru v hybridních systémech je taktéž výhodně používáno u vozidel s vysokým výkonem, včetně úspěšných aplikací v závodních vozech. Elektrický pohon nabízí zvýšení dostupného výkonu na kolech bez negativního vlivu na ekonomii spotřeby. To má za následek menší počet zastávek na doplnění paliva, nebo menší množství paliva vezeného v nádrži. Další významný dopad na efektivnost hybridního systému má využití energie, která vzniká během brzdění. Využívá se tak energie, která je běžně ztracena. Když řidič brzdí a snižuje rychlost vozidla, kinetická energie je mařena v brzdách a místo toho, aby se přeměnila na teplo je elektromotorem pracujícím v reverzním (generátorovém) režimu zpět měněna na použitelnou elektrickou energii k dobíjení baterií. Odhaduje se, že 40 procent energie použité k rozjezdu autobusu vybaveného systémem GM-Allison Hybrid EP pochází z energie zachráněné během rekuperačního brzdění. (30)



Obrázek 20 - SOR HNB 18 Hybrid pro DP Praha; umístění komponentů (31)

Dalším zajímavým projektem SOR-u je autobus který pohání pouze elektrická energie. Jsou to autobusy řady EBN Elektrobuss, v délkách od 8m do 10,5m.



Obrázek 21 - SOR ENB 8 Elektrobus na BusWorld 2013; umístění baterií (32)

První takový autobus o délce 10,5m měl svoji premiéru na výstavě Autotec 2010. Základem je městský autobus SOR BN 12, ze kterého převzal podvozek zkrácený o přibližně 1,5 m zadního převisu. Vozidlo má dvě nápravy a troje dveře. Jeho délka je 10,4 m a šířka 2,5 m. V zadní zkrácené části jsou umístěny baterie, které vydrží 110 až 180 kilometrů jízdy a dobíjí se ze sítě o napětí 380 voltů. Celkem jde o 180 lithium-iontových článků s celkovou kapacitou 300Ah. Akumulátor vozu je možné dobít plným cyklem za 8 hodin, či zkráceným rychlým nabitím za 4 hodiny. Dobití vozu může trvat i kratší dobu a je možno jej provádět i na obratištích. Pohonná jednotka je tvořena elektromotorem TAM 1052C6B od firmy Pragoimex s výkonem 120 kW chlazený kapalinou. Stejný výkon i typ chlazení má trakční měnič 3× 400 V AC (33).



Obrázek 22 - SOR ENB 9,5m (34)

Tato východočeská firma začala produkci od autobusů kategorie Coach s délkou 7,5m a díky postupnému vývoji má v současné nabídce také třínápravový model o délce 13,5m. Jako příměstské autobusy je možné využít autobusy řady BN, které využívají koncepce LE. Meziměstské autobusy řad CN s využitím koncepce LE a C s již klasickou výškou podlahy

linkových autobusů (760mm od země) a zavazadlovým prostorem. V tomto segmentu firma nabízí i autobusy s motorizací CNG. Pro turistiky jsou připraveny autobusy řady LH. SOR používá motory Iveco, řad Tector/Cursor o různých výkonových charakteristikách, převodovky ZF a Voith, zadní nápravu od firmy DANA a přední vlastní konstrukce.



Obrázek 23 - SOR CN 13,5m (35)

3.5 EvoBus (36)

Firma Evobus (Mercedes&Setra) vyrábí autobusy kategorie Bus pod oběma značkami. Mercedes je zastoupen známou řadou Citaro. Základní nízkopodlažní provedení doplňuje i verze LE. Délky nízkopodlažních autobusů jsou od 10,5 až 18m v kloubové verzi, 15m ve verzi třínápravové a 12m dlouhá je verze LE. O pohon se starají motory Mercedes s převodovkami od stejné značky s možností montáže převodovek ZF, Voith. Přední náprava a řízení je od firmy ZF, zadní náprava od dodavatele stejné značky, nebo vlastní konstrukce. Firma pokračuje ve vývoji a zkouškách autobusů na palivové články, za což byl v roce 2009 oceněn titulem „Autobus roku“.



Obrázek 24 - Mercedes Citaro FuelCell Hybrid na Výstavě UITP ve Vídni (37)

Typ Citaro FuelCELL je postaven na osvědčené platformě stejnojmenného městského autobusu. Navazuje na typ Citaro G Blue Tec Hybrid, který je poháněn čtyřmi elektromotory v nábojích kol druhé a třetí nápravy s celkovým výkonem 320kW, což je pro kloubový autobus délky 18m dostatečné. Tento autobus má zastavěnou největší lithium-iontovou baterii na světě. Motor pro výrobu elektrické energie je zde menší a úspornější. Má zdvihový objem 4,8 litru na místo běžně používaného konvenčního o objemu 12 litrů. Typ Citaro FuelCELL na tomto místě používá palivový článek. Vodík používaný jako palivo článku je uskladněn v nádržích umístěných na střeše. (38)

Modernizované Citaro vybavené technologií Euro VI. získalo na IAA Hannover 2012 titul „Bus of the year 2013“. Toto ocenění naznačilo, že technologie Euro VI. dobíhá v šetrnosti k životnímu prostředí jak technologie hybridní, tak i technologie používající jiná paliva jako např. hodně oblíbený CNG. Do užšího finále porota vybrala spolu s ním Irisbus Citelis Hybrid, Volvo 7900 hybrid, MAN Lion’s City hybrid a dieselový VDL Citea LLE, která byla busem roku před Citarem. Technologie Euro VI. porazila hybridy!



Obrázek 25 - Mercedes Benz Citaro EuroVI. (39)

Setra má v této kategorii zastoupení řadou 400 Multiclass provedením NF s délkami 12 a 13m. Podvozky používají v rámci unifikace stejné s Mercedesem.

Německý Evobus, který pro vybrané řady linkových a dálkových autobusů vyrábí podestavy a i celé skelety v západočeském Holýšově, promlouvá do vývoje tohoto segmentu dosti výrazně. Firma Mercedes Benz obsazuje segment příměstských vozů jednoduchým levným typem Conecto a Citaro v konfiguraci LE. Posledně jmenovaný typ ve verzi Ü je upraven pro linkovou dopravu a ke stejnému účelu jsou využívány autobusy řady Conecto a Intouro, které jsou k vidění u provozovatele Icom Transport a.s. také v České Republice. Oba typy existují také ve speciálním provedení, jako školní autobus. Pro teritoria západní Evropy

je nám známý typ Intouro nabízen s jinou výbavou odpovídající požadavkům těchto trhů a i s jiným názvem Integro. Dálková doprava může být řešena malokapacitním typem Sprinter a Tourino pro levnou turistiku. Dále pak řadou Turismo a nejvyšší třídou dálkových autobusů s názvem Travego. Délky autobusů v rozmezí 9,4 až 15m u dvou a třínápravových verzích. O pohon se starají motory Mercedes s převodovkami od stejné značky s možností montáže převodovek ZF, Voith. Přední náprava a řízení je od firmy ZF, zadní náprava od dodavatele stejné značky, nebo vlastní konstrukce. Kompletní nabídku tohoto koncernu v tomto segmentu doplňují výrobky firmy Setra. Ta řadou 400 MultiClass pokrývá autobusy jak linkové (přípona UL) tak levné turistické (přípona H). Typické dálkové autobusy jsou řady 400 a nejmodernější 500 ComfortClass. Tato řada vstupuje v současné době do povědomí provozovatelů a cestujících nejenom novou technikou pohonu splňující normu Euro VI. Byl dán důraz také na aerodynamiku, protože design vozu je velmi hladký s šikmo položeným čelním sklem. V nabídce je již rok a v různých modifikacích ho vlastní již 80 spokojených zákazníků. Nedávno tento typ autobusu získal prestižní titul Coach of the Year 2014. Porota ocenila jeho pokrokovou konstrukci, praktické a líbivé aerodynamické zpracování, design a pohodlí vnitřku vozidla, úroveň hluku, efektivitu brzdného systému a skutečnost, že pohon splňuje s předstihem normu Euro VI.



Obrázek 26 - Setra Comfort Class 500 (40)

Nejvyšší stupeň reprezentuje TopClass řady 400 v provedení HD a HDH. V nabídce najdeme i patrový model S 431 DT. Je zde patrná unifikace v oblasti podvozků, takže pod karosérií se nachází stejná základní výbava, jako u Mercedesu.

3.6 Solaris (41)

Dalším významným výrobcem autobusů kategorie Bus je polský Solaris. Ten nabízí pro městský provoz typ Alpino a Urbino. První jmenovaný pouze v délce 8,6m, ten druhý je

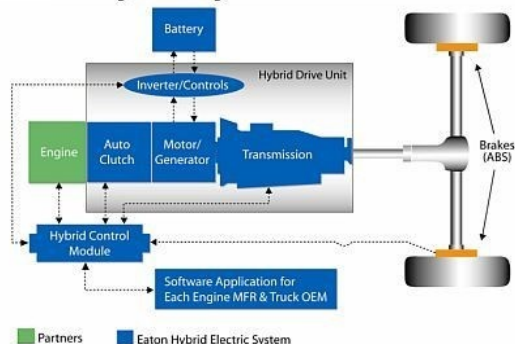
nosným nízkopodlažním typem s délkami od 10 do 18,75m. Motory pro tuto řadu jsou Cummins/DAF, automatické převodovky Allison/ZF/Voith a obě nápravy a řízení od firmy ZF. Délkové varianty 12, 15m v třínápravovém provedení a 18m v provedení kloubovém. Mohou být vybaveny technologií CNG s motorizací od firem Cummins a FPT. Provedení LE je též nabízeno pro typ Alpino délky 8,9m, Urbino 12 a 15m a pro délky 12, 15 a 18m i s technologií CNG. V produkci firmy je typ Urbino s hybridním pohonem. Ten byl představen veřejnosti minulý rok v březnu.



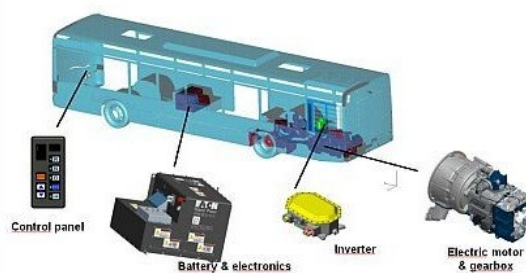
Obrázek 27 - Solaris Urbino 12 Hybrid; představení veřejnosti (42)

Solaris Bus & Coach a Eaton Corporation spolupracovali na přípravě nového městského autobusu Solaris Urbino 12 Hybrid. Paralelní hybridní systém může ušetřit až 30 % paliva ve velmi pomalém a nesouvislém provozu a podobně redukuje emise. První hybridní autobus této firmy délky 12m, představený na podzim 2009 na Busworldu v Kortrijku je doplněním nabídky společnosti Solaris pro městský provoz. Prvním odběratelem byl dopravce Transdev s teritoriem v oblasti Paříže. Paralelní hybridní systém je vyvinut a vyroben společností Eaton Corporation výhradně pro autobusy od devíti do dvanácti metrů a je využíván v různých aplikacích na teritoriích Severní Ameriky a v Asijsko-tichomořské oblasti. Paralelní systém Eaton využívá třífázový elektromotor 44 kW při max. 420 Nm k rekuperaci brzdné energie a ukládá ji do čtyř Li-on baterií s kapacitou 3.6 kWh a napětím 340 V, aby ji pak využil při akceleraci. Baterie jsou nabíjeny výhradně elektromotorem. Vzhledem k deklarované minimální životnosti 3 a maximální 5 let je naprostou nutností výměna baterií po dobu životnosti celého autobusu a tato investice musí být zahrnuta do nákladů.

Eaton Hybrid System



Arrangement of Components



Obrázek 28 - Solaris Urbino 12 Hybrid; schéma pohonu (43)

Díky elektromotoru je využit menší diesellový motor 6.7 litru Cummins 162 kW (220 HP) s emisní normou EEV a max. krouticím momentem 850 Nm. Šestistupňová automatická převodovka poté přenáší sílu obou motorů na zadní nápravu. Elektromotor a převodovka jsou montovány společně a nachází se na stejném místě jako automatické převodovky u konvenčních autobusů. Řídicí systém ideálně mění zapojení obou motorů a řidič autobusu se o nic nemusí starat (44).



Obrázek 29 - Solaris Urbino Hybrid; umístění komponentů (45)

Polský Solaris, jako spíše specialista na autobusy kategorie Bus a systémy pro městskou hromadnou dopravu začínal na počátku své existence i v segmentu turistických dálkových autobusů Coach. Na přelomu tisíciletí vyvinul v té době futuristický autobus Vacanza. Existuje ve verzi dvounápravové (4x2) o délce 12m a verzi třínápravové (6x2) o délce 13 m. Ve výrobním programu firmy stále existuje, ale jaké jsou prodeje a zájem o něj,

o tom firma již nemluví. Na internetových stránkách výrobce není ani katalogový list a tak není jasné, zdali je modernizován ve vztahu k plnění normy Euro VI. Výrobce ale zřejmě chce aktivně vstoupit i do segmentu linkových autobusů s typem InterUrbino, který má moderní design. Délky vozidel jsou 12 a 12,8m. Motory od firem FPT, DAF, Cummins. Převodovky Eaton, ZF, Voith a jak přední, tak zadní nápravu od německého specialisty ZF.



Obrázek 30 - Solaris Interurbino (46)

3.7 Neoman (47), (48)

Po svém vzniku, kdy došlo ke spojení známých a úspěšných autobusových výrobců MAN a Neoplan, firma intenzivně pracuje na městských autobusech. Rozdělením aktivit byl segment Bus svěřen firmě MAN. To, že se jedná o velice úspěšné a žádané autobusy potvrdilo vítězství v prestižní anketě „Bus of the year 2005“ pro řadu městských autobusů Lion's City. Pohon obstarávají motory MAN a zastavěné mohou být „nastojato“ i „naležato“. Převodovky firem ZF/Voith alternativně převodovky vlastní konstrukce. Nápravy jsou také interní konstrukce. Délky autobusů této řady jsou mezi 10,5 až 18,75m. Verze G a GL jsou kloubové. Typ GL má prodlouženou délku, pojme 165 cestujících a vyvinut byl pro použití na hlavních, velice vytěžovaných linkách. V řadě Lion's City byl vyvinut i Hybrid. Délka autobusu je 12m se dvěma nápravami, z nichž ta zadní má asynchronní elektromotory v nábojích kol, každý o výkonu 75 kW. Hybridní pohon se skládá z motoru MAN o výkonu 184 kW s automatickým start - stop systémem, místo převodovky je to zařízení pro hybridní přenos pohonu bez přerušení hnací síly. Dále potom systémem pro rekuperaci brzděné energie, která se ukládá krátkodobě v ultrakapacitorech a dlouhodobě v bateriích. K umístění těchto komponentů je upravena přední část střechy. Během firemních testů bylo zjištěno, že pohon vykazuje malou hlučnost, úspora paliva je okolo 30% a snížení tvorby CO₂ je nižší vůči současně používaným spalovacím motorům. Velmi povedený vzhled autobus získal cenu za design. Jedná se o dobře zpracované řešení, což dokazuje prosazení těchto autobusů

v pařížském dopravním podniku RATP, který byl v minulých letech výhradně zaveden na autobusy značky Renault a poté Irisbus-Iveco.



Obrázek 31 - Man Lion's City Hybrid pro RATP (49)

Neoplan v oblasti příměstských linkových a dálkových turistických autobusů nabízí stálou kvalitu. Oba segmenty si tradiční němečtí výrobci rozdělili. Firma MAN v segmentu příměstských vozů nabízí typ Lion's City v konfiguraci LE. Neoplan po vytvoření společného podniku již tuto kategorii neobsazuje, stejně jako segment klasických linkových autobusů. V této oblasti je velice známým typem MAN Lion's Regio, který si pro svůj neotřelý design a užité vlastnosti oblíbili dopravci i u nás. Obě firmy se setkávají v segmentu turistických a dálkových autobusů. MAN reprezentuje řada autobusů Lion's Coach a Neoplan začíná s typem pro levnou turistickou dopravu s názvem Jetliner. Dále už následují typy pouze od Neoplanu, který se hlavně soustředil na segment dálkových autobusů. A je z čeho vybírat. Řada patrových autobusů nese název Skyliner a dále následují řady Tourliner, Cityliner (opravdu jde o dálkový speciál a nikoli o městský bus) a super-lux Starliner. Autobusy jsou nabízeny v délkách od 12 až po 14m ve dvou a třínápravovém provedení. Různé stupně výbav, klimatizace, nejmodernější bezpečnostní prvky a velký zavazadlový prostor charakterizují všechny tyto modely. Daří se i na poli standardizace s řadami kamionů, konkrétně v oblasti podvozků. Použity jsou výhradně motory MAN D20, převodovky MAN Tipmatic a okrajově ZF. Nápravy jsou vlastní konstrukce.



Obrázek 32 - Neoplan Starliner (50)

3.8 VDL (51)

Dalším ze známých evropských výrobců je belgicko-holandská společnost VDL. Pro kategorii Bus konstruktéři připravili typ Citea. Zákazníci ho nyní mohou získat v různých specifikacích. Motorizace jsou jak v normě Euro V, i VI. Použité jsou americké motory Cummins a holandské DAF. Od roku 2014 budou motory DAF nahrazeny italskými FPT Cursor. Převodovky jsou automatické, VOITH nebo ZF. Dvounápravová vozidla mají délky od 12 do 12,9m. Dále třinápravová jsou v délkách 13,7m a 14,5m a třinápravová kloubová v délkách 18 a 18,75m. Všechny vozy jsou konstruované jako LF nebo LE. Výrobce vyvinul i hybridní pohon, ale zatím pouze pro provedení 12m LF se třemi dveřmi. Pohon dodává Voosloh –Kiepe a ZF. Zajímavým autobusem je provedení Electric, který má stejný základ jako verze Hybrid. Zdroj energie může být jeden velký akumulátor nabíjený ze zásuvky. Toto řešení se používá pro proběh okolo 200 km bez průběžného dobíjení. Negativem je nutnost snížit počet cestujících. Flexibilnější řešení je malý akumulátor s průběžným rychlým dobíjením. To může být z trolejového vedení, indukční nebo již uvedené, ze zásuvky. Počet cestujících není redukován, ale akční rádius autobusu je bez dobití menší. VDL pracuje též na projektu „lehkého“ autobusu.

Jde o typ LLE (Light Low Entry), který je v pohotovostní hmotnosti zhruba o 2 tuny lehčí, nežli srovnatelné autobusy konkurence. Jde o dvoudveřový, dvouosý model s délkou 12m. Pohon obstarává sedmilitrový motor Cummins a spotřeba vozu ve srovnání s konkurencí je o 10 – 20% nižší (52).

Pro země kde je provozována příměstská doprava na dlouhé vzdálenosti, slouží provedení LE Cargo. Připraveno je v délkách 12m se dvěma a 14,5m se třemi nápravami. Dvoje jednokřídlé dveře a za prostředními je vytvořen zavazadlový prostor o objemu 2m³.

O tom, že se jedná o povedenou řadu autobusů, svědčí zisk titulu „Bus of the Year“ v roce 2011. Tyto autobusy společnost nabízí i jako meziměstské a linkové.



Obrázek 33 - Autobus roku 2011 VDL Citea (53)

Tato společnost se také významně zasadila o rozvoj v kategorii šetrné dopravy a vyvinula systém ATPS Phileas. V tomto případě výrobce vsadil na dvoučlánkový autobus délky 18m se třemi dvoukřídlými dveřmi a dva tříčlánkové kloubové autobusy délky 24 nebo 26m se čtyřmi dvoukřídlými dveřmi. Jeho lehká karosérie sestává ze sendvičových polyesterových a hliníkových panelů. Vůz je 100% nízkopodlažní. Modulární konstrukce umožňuje umístit široké dveře na libovolnou pozici po obou stranách. Pohon obstarává paralelní hybridní pohod od Cummins&Allison nebo plně elektrický pohon Voosloh-Kiepe. V případě použití paralelního hybridního pohonu je část výkonu dodávána přímo dieselovým motorem druhé a zadní nápravě. Elektromotory jsou umístěny do převodů, které jsou v provozu například během akcelerace. Zajišťují také sběr rekuperační brzděné energie do baterií. Všechna kola jsou říditelná, takže má Phileas výbornou manévrovatelnost. Řízení vozu může být i automatické, bez řidiče. O jízdu se v tomto případě stará optický systém, který sleduje magnetickou stopu vytvořenou ve středu jízdní dráhy. Ve srovnání s tramvají délky 30m stačí 24m dlouhý autobus Phileas. Provedení dlouhé 26m, při jedno až dvouminutovém intervalu je schopné v jednom směru přepravit za hodinu až 6000 cestujících (54).

Tento systém již funguje v tureckém Istanbulu a francouzském Douai.



Obrázek 34 - BRT Phileas ve francouzském Douai (55)

V kategorii Coach má společnost také velmi zajímavý typ autobusu s názvem Futura. Velice zdařilý design karoserie předního a zadního panelu je hlavním poznávacím znakem. Délky jsou 12 a 12,9m pro dvounápravové verze a 13,1m, 13,9m, 14,5m pro třínápravové. K pohonu slouží americké motory Paccar MX o objemech 9 litrů pro dvě nejkratší verze a 12 litrů pro zbytek vozidel řady. S nimi jsou spojené manuální převodovky GO, automatické VOITH nebo ZF a poloautomat ZF ASTronic. Kapalinové retardéry VOITH s převodovkou GO a integrovaný u ASTronic-u. Kvalitní koncepce a zvolený design této řady jí vynesl titul "Coach of the Year 2012". Výrobce pokračuje s modernizací této řady dále projektem New Futura. Jedná se o 12,9m dlouhé vozidlo „lehké“ konstrukce, které má být schopné převézt 59 cestujících + hostesku + řidiče.



Obrázek 35 - VDL Futura Autokar roku 2012 (56)

VDL ještě v kategorii Coach nabízí řady Jonckheere, Synergy a Futura Classic.

3.9 Škoda Transportation

I v České republice byl vyvinut první autobus na palivové články, který nese název TriHyBus.



Obrázek 36 - První český FuelCell Hybrid TriHyBus (57)

Ke spolupráci na tomto projektu se spojily Ústav jaderného výzkumu Řež a jeho partneři Škoda Electric, Proton Motor a Veolia Transport. Jako základ byl použit městský autobus Citelis od Irisbusu. Pohon, kterým je poháněn se skrývá v jeho názvu. TriHyBus je zkratka anglického názvu Triple Hybrid Hydrogen Bus, neboli trihybridní vodíkový autobus. Využívá totiž systém trojitého hybridního pohonu: vodíkových palivových článků, baterie a výkonných kondenzátorů tzv. ultrakapacitorů. Primárním zdrojem energie je PEM vodíkový

palivový článek o výkonu 50kW. Sekundárním zdrojem je Li-ion akumulátor s výkonem 40 kW (10 kWh) a ultrakapacitory s maximálním výkonem 200 kW (1,2 kWh) a kapacitou 4 x 18F. Autobus využívá naplno všechny výhody této koncepce. Navíc uchovává brzdovou energii, aby ji mohl využít při akceleraci nebo jízdě do kopce. Pohon pracuje s mnohem vyšší účinností a je tedy delší dojezd. Cílem bylo snížit cenu vodíkového autobusu použitím menšího palivového článku a dále snížit spotřebu vodíku. Všechny tři zdroje energie jsou provozovány v optimálním režimu, čímž se prodlužuje jejich celková životnost. Vodík je uložen ve čtyřech kompozitních tlakových nádržích. Celkem 800 l při tlaku 30 MPa ~ 20 kg H₂ na střeše vozidla (58).

K tankování vodíku je k dispozici plnicí stanice Linde Gas v Neratovicích. Díky zatím vysoké pořizovací ceně, tyto systémy tankování nejsou rozšířené a dovolit si je mohou pouze ta města, která je efektivně využijí a hlavně jejich vybudování zaplatí. Budoucím trendem bude ale zvyšování jejich počtu.

Tento výrobce se výhradně věnuje vývoji a výrobě trolejbusů, elektrobusů a zástavbou hybridních pohonů do karosérií autobusů kategorie Bus. Spolupracuje s výrobcí Iveco-Bus a převážně v současné době využívá karosérie SOR-u a Solaris-u. Autobusy kategorie Coach nevyrábí.

4 SOUČASNÁ ÚROVEŇ POŽADAVKŮ NA UŽITNOU HODNOTU

I zákazník se vyvinul a přesně ví, co chce. Už nestačí nabízet jeden autobus jako druhý s tím, že zákazník si některé nestandardní řešení namontuje svépomocí, jak tomu v minulosti bývalo. Ještě na začátku devadesátých let minulého století si jednotliví dopravci montovali video systémy, ledničky, kávovary a různá doplňková odkládací místa v prostoru pro cestující. To v současnosti již není možné a výrobce je schopen na jakýkoli nestandardní požadavek nabídnout vlastní řešení v souladu se základní konstrukcí autobusu. Jsou obrovské snahy na diverzifikaci vozidel, používání specifických informačních systémů, řešení vnitřního prostoru, rozmístění a typy sedadel, reklamních ploch, barevného zpracování exteriéru i interiéru, používání různých materiálů. Díky tomuto dynamickému vývoji na poli zákaznických specifikací a úprav, vznikají specializovaná konstrukční oddělení, která mají na starosti pouze to, aby vyřešila a přizpůsobila zákaznickova přání vybranému typu výrobku, čímž by měla dosáhnout jeho naprosté spokojenosti. Při těchto úpravách sériový základ zůstává. Změny mohou být rozsáhlé, ale typu, přístroj za přístroj, sedačka za sedačku, atd. Autobus přesto plní stále stejné úkoly jako jakýkoli jiný bez těchto úprav. Těžištěm úprav a změn je hlavně vnitřní prostor, uspořádání sedadel, přídržných tyčí, umístění a typu informačních systémů, které se dle dopravce zásadně liší. Zvláštní požadavky jsou i na vybavení kabiny řidiče a jeho ochranu. Jedná se o typ řidičova sedadla, s ním spojená poloha voliče automatické převodovky, různé druhy a umístění pokladen. Někteří dopravci výslovně požadují tzv. anti-agresivní kabinu s možností úniku pouze řidiče z vozidla. Toto řešení v minulosti požadoval hlavně DP Praha, kde docházelo k fyzickému napadání řidičů, hlavně při nočním provozu. Toto řešení potom přebírali s důvěrou i další dopravci. Řeší se i předúpravy a montáže tažných zařízení a bodů pro montáž skiboxu. Důraz se dává na možnost bezpečného převozu handicapovaných osob a malých dětí. Pro vozíčkáře se vytvářejí různé velké platformy ve střední části vozu, podle toho, kolik takových osob chce dopravce přepravovat. S tím jsou spojené montáže, nebo provedení předúprav pro speciální rampy pro vstup a výstup cestujících na vozíku. Na konci devadesátých let minulého století byl zpracován ještě ve vysokomýtské konstrukci Irisbusu pro DP Bratislava návrh vnitřního prostoru městského autobusu Renault Agora pro převoz až pěti vozíčkářů, což mělo za následek zbavení přední a střední části všech sedadel a doplnění speciálních přídržných bodů a míst pro zajištění handicapovaných osob za jízdy. Dalším velice zajímavým počinem je

aktivita firmy SOR, kdy svůj linkový autobus vybavil pro bezpečný převoz malých dětí, kdy jedna ze dvou sedaček je vybavena systémem Isofix pro zajištění dětské sedačky.

Další požadavky jsou na speciální autobusy, které (pokud je to nutné) mohou zásadním způsobem měnit jeho sériový základ a tím vzniká úplně nový typ výrobku.



Obrázek 37 - Úprava autobusu Irisbus Crossway pro Věžeňskou službu (59)

Vysokomýtský výrobce, takto zákazníkům připravuje speciální autobusy pro Věžeňskou službu, Hasičské záchranné sbory, Hotel-busy pro cestovní kancelář Pangeo, autobus pro Českou filharmonii, pro Jedličkův ústav a poslední zajímavé autobusy byly vyrobeny pro ZOO ve Dvoře Králové nad Labem. Jednalo se o dva Safari busy postavené na bázi standardní dvoudvéřové linkové verze autobusu Crossway LE, délky 12m. Takto upravené vozy mají pouze přední dveře, nemají vůbec žádné boční zasklení, místo kterého jsou ve spodní části okenních otvorů umístěné zábrany proti vypadnutí. Všechny převážené osoby sedí na plastových sedadlech. Tyto autobusy vznikají za velice úzké spolupráce se zadavatelem a některé výsledky jsou poměrně úspěšné.



Obrázek 38 - Úprava autobusu Irisbus Crossway pro cestovní kancelář Pangeo (60)

Důležitým výstupem této činnosti pro firmu je postupné zařazování kvalitních a prověřených zákaznických řešení do provedení budoucích sériových vozů. Jmenujme například rampu pro tělesně postižené, couvací kamera, nebo senzory, ESP, protipožární systémy, tažná zařízení, atd.

5 DYNAMIKA VÝVOJE AUTOBUSOVÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

Co je hnacím motorem vývoje autobusů? Je opravdu tak dynamický, nebo stagnuje? Rozhodující v tom bodě je chování vlád a poté následně samospráv, jednotlivých dopravců a dopravních společností, které vynakládají státní svěřené prostředky na dopravní obslužnost, v tomto případě na nákup autobusů. Hlavně v době ekonomické recese se velice obtížně hledají ve firmách vyrábějících autobusy prostředky na financování progresivnějšího vývoje. Jedině snad bohaté firmy a ti co riskují, si mohou dovolit provádět nákladný vývoj ze svých zdrojů jimi zvoleným směrem, ale pro ostatní takové chování nemusí být akceptovatelné. Většina firem se spíše snaží udržovat současné výrobky v konkurenceschopné podobě a dělat co musí, tedy plnit normu Euro VI. od příštího roku. Je ale otázkou, co je lepší. Zdali v krizi čekat a přežívat, nebo investovat z utržených prostředků v dobách růstu do budoucnosti tak, aby po opětovném příchodu oživení bylo možno nabízet lepší produkty nežli konkurence. Budoucím trendem musí být efektivní vynakládání jak vlastních prostředků, tak dotací. Vynaložené objemy prostředků budou mít na dynamiku rozvoje v nejbližších letech zásadní vliv a měly by být vynakládány efektivně a nejlépe na koordinovaný vývoj.

To zásadní, kvůli kterému se svět hromadné přepravy osob v posledních desetiletích začal tak významně pozměňovat, se děje v oblasti náhrady používaných paliv jako primárního zdroje energie pro pohon. A právě toto sehrává významnou roli v projektování vozidel budoucnosti. Velice pozvolna se začíná výrazněji měnit jejich poměr a to od po léta používaných fosilních paliv, k alternativním a elektrické energii. Pro konkrétnější představu je uveden základní popis těchto paliv pro silniční dopravu a trendy jejich zavádění v dokumentu Vize silniční doprava v roce 2030 – pracovní skupina 3 technologické platformy silniční doprava, kde jsou uvedeny následující informace o palivech, které přicházejí v úvahu pro pohon dopravních prostředků.

Klasická kapalná motorová paliva fosilního původu a jejich směsi s alternativními palivy z biomasy (biopalivy), kam řadíme automobilové benziny E5 a E10; motorovou naftu B7 a B10, což jsou tzv. nízko koncentrované směsi fosilních paliv a biopaliv. Plynná motorová paliva fosilního původu ze zemního plynu a ropy, vyrobená chemickými pochody a z biomasy. Jedná se o CNG, LNG, LPG, vodík a alternativní palivo bioplyn. Alternativní kapalná motorová paliva obnovitelného původu, kam řadíme: E85, E95, B30, což jsou tzv. vysoko koncentrované směsi, bioethanol, FAME/MEŘO (Bionafta-B100), rostlinné oleje a

uhlovodíková paliva vyrobená rafinérskými či jinými technologiemi z biomasy. V první etapě od roku 2010 do roku 2020, z pohledu kapalných motorových paliv, spotřeba motorové nafty v první polovině desetiletí 2010-2020 poroste. Ve výrobě a distribuci zůstanou druhy nafty podle klimatických vlastností. Motorová nafta bude obsahovat biopalivo. Na trh bude postupně zavedena nafta s vysokým cetanovým číslem. Sortiment nízko koncentrovaných směsí fosilních paliv s obsahem biopaliv do 10 % bude rozšířen o vysoko koncentrované směsi. Jejich podíl bude postupně stoupat podle obnovy autoparku a výše ekonomické podpory. Tento sortiment motorových paliv bude obsahovat biopaliva I. generace (vyrobená z potravinářských surovin – bioethanol a FAME). Podle směrnice EK musí tato biopaliva splňovat od roku 2011 kritéria udržitelnosti, která vyjadřují úsporu emisí skleníkových plynů oproti ekvivalentnímu čistému fosilnímu palivu. Kriterium udržitelnosti je stanoveno hodnotou 35 % a v letech 2017 až 2020 má postupně vzrůst až na 60%, což je úroveň biopalivy I. generace nedosažitelná. Proto po roce 2016 začnou biopaliva I. generace pro dopravu pozbývat na významu z důvodu, že nebudou splňovat kritéria udržitelnosti. Budou nahrazována biopalivy II. generace vyráběnými z biomasy, biologického odpadu z lesní a zemědělské výroby, a také z komunálního odpadu, což bude mít zásadní vliv na snížení emisí skleníkových plynů ve smyslu směrnice 2009/30/ES. Na trhu se do roku 2020 neobjeví masově žádné zcela nové kapalné motorové palivo fosilního původu. U plyných motorových paliv spotřeba LPG pro pohon bude stagnovat. Spotřeba CNG v dopravě do roku 2020 poroste z dnešních cca 8,1 mil. m³ až na 800 mil. m³ v důsledku daňové úlevy. Lze očekávat, že spotřeba CNG bude v roce 2020 činit asi 6 % spotřeby energie pro dopravu. Spotřeba vodíku a bioplynu bude až do roku 2020 zanedbatelná. Jiná plyná paliva se na běžném trhu asi neobjeví. Pro alternativní motorová paliva z OZE zásadní zlom nastane v roce 2017, kdy pro splnění snížení emisí skleníkových plynů budou nutná biopaliva II. generace splňující minimální kritérium udržitelnosti 50 %, a od roku 2018 60 %. Předpokládáme, že se po roce 2017 začnou rostlinné oleje zpracovávat spolu se středními destiláty z ropy rafinérskými technologiemi. Podíl těchto paliv bude asi 5 %. Jiná alternativní paliva z OZE v tomto období neočekáváme. Alternativní pohony, kde s ohledem na obnovu autoparku lze očekávat po roce 2012-13 významný nástup jimi vybavených hybridních vozidel (kombinace spalovacího motoru a elektromotoru). Je předpoklad, že v roce 2020 bude těchto vozidel provozováno cca milion kusů. Nástup provozu elektromobilů lze očekávat po roce 2013 a k roku 2020 jich bude provozováno více jak 100 tisíc kusů. V etapě od roku 2021 do roku 2030 spotřeba kapalných motorových paliv na bázi ropy bude sledovat celosvětový trend. Nafta již nebude obsahovat biopaliva I. generace. Ta budou nahrazena biopalivy II. a III. generace z biomasy

s využitím rafinérských a petrochemických technologií a FT syntézy. Vysoko koncentrované směsi biopaliv s fosilní složkou po roce 2020 ztratí svůj význam a jejich spotřeba bude stagnovat. Spotřeba LPG bude klesat. Spotřeba CNG v dopravě poroste do roku 2030 z přibližně 800 mil. m³ v roce 2020 až na úroveň přibližně 1 800 mil. m³ v roce 2030. Očekáváme, že spotřeba CNG bude činit asi 13 % spotřeby energie pro dopravu. Spotřeba vodíku se začne v zajímavé míře projevovat nejdříve po roce 2020. Uplatnění bude záviset na jeho ceně v konkurenčním prostředí ostatních motorových paliv. Spotřeba alternativních motorových paliv z OZE začne být limitována zdroji OZE určenými pro dopravní účely. Po roce 2020 lze očekávat střet o kapacitu biomasy (výroba tepla, elektřiny a doprava). V návaznosti na obnovu vozidel bude následovat rychlý nástup jejich hybridních provedení s alternativními pohony. Počet provozovaných elektromobilů po roce 2020 rychle poroste (v roce 2025 na cca 250 tisíc kusů a v roce 2030 na cca 400 tisíc kusů). Zdroje energie pro dopravu však budou podmíněny především zdroji ropy, což bude dáno její aktuální cenou na světovém trhu, rychlostí obnovy vozového parku za nová vozidla schopná provozu na vysoko koncentrované směsi biopaliv s fosilními motorovými palivy, na čistá biopaliva a vozidla s alternativním pohonem, jako jsou vozidla s hybridním pohonem a vozidla poháněná elektrickým proudem. Míra jejich rozšíření bude záviset na ekonomické situaci společnosti. V tabulce 2 (kapitola 9 Přílohy) je uveden přehled používání hlavních pohonných paliv a procentuální zastoupení v jednotlivých letech. Celkový vývoj bude ovlivňován faktory, jako jsou dostupnost zdrojů (ropa, suroviny pro biopaliva a jejich cena na trhu), míra zdanění energetických produktů pro dopravu (spotřební daň a nová daň z CO₂), míra tlaku na další snižování emisí z provozu vozidel (zpřísnění Nařízení ES 443/2009), konstrukcí vozidel se sníženou spotřebou, přesunem jednotlivých segmentů silniční dopravy na jiné druhy dopravy (železnice, hromadná doprava) a zavedením nových technologií výroby fosilních a alternativních paliv. (61)

Praktickou zajímavostí a potvrzením výše uvedených informací je, že se výrobci motorů s normou Euro VI. začali ve svých koncepcích přibližovat. V současné době (zatím platná norma Euro V.) jsou rozdělení používanou technologií snižování exhalací. Jedni používají technologii EGR a druzí SCR CRT, která potřebuje ve vozidle navíc místo pro nádrž na močovinu (Ad Blue) a systémy pro její přesné dávkování. S příchodem nové normy většina z nich bude používat kombinaci obou systémů v pohonném ústrojí vozidel, protože jinak novým nařízením a limitům vyhovět nelze. Navíc norma Euro VI. dostala vznětové spalovací motory na vysokou úroveň, co se ekologického potenciálu týká a jejich

jednoduchost a technická vyspělost staví techniku hybridů, elektrobusů a autobusů na palivové články do velmi složité pozice. Jejich většímu prosazování nepomohou pouze samotní výrobci a koncoví zákazníci, ale musí přijít pomoc států a vlád v podobě dotací, různých daňových úlev a pobídek. Bez nich výraznější prosazení nejmodernějších, převážně městských autobusů na nynějším stupni vývoje nelze v blízké budoucnosti očekávat.

6 VLASTNÍ ZHODNOCENÍ MOŽNÝCH TRENDŮ VÝVOJE

Cílem této práce není uvést seznam geniálních řešení, připravených do výroby a které by změnily autobusovou dopravu k nepoznání. Mohlo by se totiž stát, že bez znalosti minulosti a současného stavu, půjde o řešení, která buď současné technologie nebudou schopné vyprodukovat, nebo budou extrémně nákladná a v nejhorším případě ani nemusí být nikým žádaná. Proto je zvoleno do názvu této práce i této kapitoly slovo Trend. Pokud si dobře vyložíme jeho význam, tak potom můžeme na základě existujícího a již vymyšleného odhadnout řešení která přetrvávají, jsou již překonána a musí být nahrazena jinými (lepšími), nebo stanovit něco nového, přínosného pro další vývoj.

Nyní už k výčtu trendů, které na základě po léta čerpaných zkušeností mezi autobusy a jejich výrobou, lze považovat za důležité a schopné dalšího rozvoje v budoucích desetiletích.

Hlavními trendy budou snižování emisí, zvyšování účinnosti spalovacích vznětových motorů a přenos hnací síly na vozovku. Budou se používat speciální pneumatiky s nízkým valivým odporem s technologií průběžného doplňování tlaku. Dbát se bude stále více na správnou diagnostiku vozidel. Provozními testy firmy Volvo bylo prokázáno, že jenom pouhou správnou volbou pneumatik, správného huštění a nastavením geometrie náprav se dá dosáhnout roční výrazné úspory paliva. V tom případě bude trendem pouze důkladná starostlivost a pečlivý servis. Pracovat se bude také na snižování aerodynamického odporu a krytování podvozkových částí meziměstských a dálkových autobusů, které má též vliv na spotřebu paliva. Důraz bude kladen na rozdělování hmotnosti na více náprav a prodlužování vozidel tak, aby převezla více cestujících najednou, což přinese další procenta ke zlepšení emisních a ekonomických parametrů. Budou se hledat a zavádět alternativní paliva spalovacích motorů a nejefektivnější postupy jejich výroby. V této oblasti je nejdynamičtější vývoj vidět na severu Evropy u švédských výrobců Scania a Volvo. Techniky těchto firem je potvrzeno, že i tento trend vede ke snižování provozních nákladů, spotřebě paliva a tím i menší zátěži na ovzduší kolem nás a má velký potenciál k dalšímu postupnému aplikování.

Na zavádění hybridních technologií, nebo nějakých dalších druhů pohonu si u jiných než městských autobusů, budeme muset ještě počkat. Problémem jsou vysoké výkony používaných motorů a hmotnosti takových vozidel v porovnání s motory pro lehčí a pomalejší městské autobusy. Takové hybridní pohony by v podobě, jak je známe dnes, byly rozměrné a těžké, což by se zpětně negativně projevilo ve zvýšení spotřeby energie k pohybu.

Rekuperace brzděné energie a její ukládání pro další použití u stále energeticky náročnějších systémů autobusů je využívána již nyní. Navíc nemusí jít o těžké a rozměrné baterie, ale třeba o setrvačnickovou koncepci, kdy je setrvačnick spojen s tělesem převodovky nebo hnané nápravy. V tomto případě jde o řešení, kterým se některé firmy již také začaly zabývat. Bylo by efektivní využít také plochy střechy pro umístění fotovoltaických článků k výrobě části energie pro napájení energeticky méně náročných systémů. Např. pro palubní Video/Audio systémy, palubní kuchyňky, osvětlení, atd. Proto dalším důležitým trendem musí tedy být zvyšování efektivity získávání energie přímo na palubě vozu a jejího plného zpětného využití.

6.1 Co bude po Euro VI.?

Tato otázka je krátká a v současné době docela zásadní. Při studování podkladů k této práci nebyl nalezen žádný zásadní společný směr, kudy by se měla autobusová technika rozvíjet dál. Existuje spousta technologií, nápadů a vizí, ale nikde ani náznak toho, která je tím nejideálnějším a nejlepším řešením. I na nedávno konané výstavě Bus World 2013 v belgickém Kortrijku zástupci evropských firem viděli vývoj rozdílně. Někteří v CNG, jiní v alternativních palivech a další v elektrobusech nebo ve výrobě energie palivovým článkem.

Po velikém nástupu technologií a řešení omezující činnost klasických spalovacích motorů nebo jejich úplné nahrazení, nastává fáze zklidnění těchto aktivit a přešlapování na místě. Zjišťuje se, že ta velice výhodná progresivní řešení jsou velice nákladná, přinášejí nepoznané nebo zprvu neviditelné problémy. Narůstá hmotnost, složitost a s tím i cena takto vyvinutých autobusů. V oblasti elektropohonů se ukazuje, že pouhé použití může být výhodné. Třebaže jsou známé a vyvíjejí se efektivnější způsoby skladování elektrické energie a systémy plug-in, nebo indukčního nabíjení pro autobusy, tak s přihlédnutím k faktu, že ta energie musí být vyrobena někde mimo vozidlo a musí se k tomu upravit i stávající infrastruktura na vybudování nabíjecích míst, tak to už potom tak jasná výhoda nemusí být. Může k tomu přispět i fakt, že po tragédii jaderné elektrárny v japonské Fukušimě, při vzpomínkách na Černobyl a stále větší celosvětové poptávce po energiích v tuto chvíli není na místě mluvit o tom, že elektrický pohon, je ta nejlepší cesta. I velice lákavý palivový článek má problematické místo, když se začne řešit, jak levně a efektivně vyrobíme palivo, tedy vodík. Je potom druhotný problém jeho bezpečné skladování na palubě městského autobusu.

Zde se jako velice zajímavý trend jeví cesta k vývoji uzavřených řešení, kdy energie pro pohon se bude brát mimo hlavní energetický systém. Může tak jít o výrobu energií pouze

pro dopravní prostředky z nevyčerpatelných zdrojů (slunce, voda, vítr) a to pouze pro potřeby pohonu, nebo o energii, která se vyrobí přímo na palubě vozidla (rekuperace, slunce).

V tomto ohledu je velice zajímavý projekt německé firmy Audi s názvem E-gas. Jedná se o uzavřený systém výroby energie pouze pro pohon, v tomto případě mimo palubu vozidla. Myšlenka je velice jednoduchá a nabízí navíc energetické alternativy. Na začátku je výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů, které představují velké větrné elektrárny v pobřežních vodách moří. Část jednotek bude vyrábět elektřinu určenou pro dobíjení vozů s elektropohonem, zbylé jednotky budou dodávat energii pro výrobu vodíku elektrolýzou vody, kdy za použití této energie vznikne kyslík (O_2) a vodík (H_2). Ten se bude využívat pro pohon vozidel s palivovým článkem. Než dojde k masivnějšímu rozšíření použití vodíku jako paliva a infrastruktury pro jeho snadnou distribuci a tankování, většina se ho použije na výrobu syntetického metanu (CH_4). Proces jeho výroby se nazývá Sabatierova reakce. Vodík (H_2) reaguje s oxidem uhličitým (CO_2) a výsledkem je metan (CH_4) a voda (H_2O). Voda bude stále cennějším artiklem a velmi nebezpečné skleníkové plyny, jako jsou oxid uhličitý a metan, by takto paradoxně mohly pomoci své vlastní redukci. Syntetický metan v tomto případě E-gas, má stejné chemické vlastnosti jako přírodní a je velmi vhodným palivem pro motory spalující zemní plyn. Tento, nebo podobné projekty, jsou v současnosti velmi nákladné a tak jejich zajímavost bude růst, nebo klesat, stejným tempem, jako cena barelu ropy na burze. Také bude záležet, zdali se k těmto aktivitám připojí jiní výrobci a spotřebitelé, nežli je zatím automobilka Audi (62).

Budoucím oborem a trendem bude i získávání vhodných paliv pokroky na poli genetiky. Zajímavý je v tomto ohledu úspěch britských vědců, kteří genetickou úpravou bakterie e-coli dosáhli toho, že produkuje látku velmi připomínající benzín. Petrochemický gigant Shell o tento objev projevil ihned po jeho zveřejnění vážný zájem. Již dříve se vědělo, že tato bakterie dokáže produkovat různé ropné produkty (63).

Úspěšné jsou i pokusy jak vyrobit benzín ze vzduchu. Malá britská firma Air Fuel Synthesis má za sebou úspěšné testy nového postupu výroby. Tato technologie je založena na správném využití uhlíku a vodíku. To jsou základní prvky, z nichž je tvořena ropa. Uhlík je obsažen ve vzduchu ve formě oxidu uhličitého (CO_2) a vodík je ve vodě (H_2O). Speciálním postupem je potom vyroben benzín. Ten je možné nalít do zážehového motoru současné konstrukce. Díky jeho čistotě vzniká spalováním i méně uhlíkových emisí. Hlavní problém je ve velké energetické náročnosti a tím i vysoké ceně takového paliva. Nicméně společnost

by chtěla do dvou let vyrábět tunu paliva za den a v horizontu 15 let průmyslovou výrobu v rafinériích (64).

Další ze zajímavých řešení, které se v současnosti ukazuje jako vhodné řešení je hybridní pohon se spalovacím motorem, tzv. duální technologie (paralelní hybrid). Ta bude zaručovat čistý provoz v určených zónách a centrech velkých měst. Vozidla budou provozována v režimu krátkodobého elektrického pohonu a energie bude získána pouze na palubě autobusu dvěma způsoby. Rekuperací brzděné energie a jejím ukládáním. V případě poklesu napětí dojde pomocí spalovacího motoru a generátoru k dobití akumulátorů. Mimo město bude vozidlo jezdit v kombinovaném režimu, kdy pohon může být čistě spalovacím motorem, nebo jeho omezeným fungováním např. na polovinu válců a zbytek výkonu bude z baterií. Takto může být provozována většina produkovaných autobusů kategorie Bus i Coach. Díky vysokému počtu vozidel jak na straně těch nákladních tak i autobusů, bude zaručena vysoká sériovost, kterou zvýší právě použitelnost společných komponentů pohonu. Paralelně s tímto se samozřejmě budou vyvíjet další modifikace hybridního pohonu, elektrický pohon a pohon palivovým článkem. Zde bude tempo pokroku dosti závislé na technologickém vývoji a to hlavně na poli levného a bezpečného získání energie k pohonu.

Zajímavým trendem by mohla být řešení, která by umožňovala přestavby existujících autobusů na vybrané typy hybridních pohonných řetězců. Mateřské autobusové firmy by se díky znalosti svých konstrukcí pokusily navrhnout ekologičtější systém pohonu a nabízely ho dopravcům, kteří by si nemohli dovolit nákup drahých speciálů, ale výhody autobusů méně zatěžující naše okolí je lákají.

6.2 Marketing a analýza úspěšných řešení konkurence.

Nejenom plnění centrálních nařízení a vlastních vývojových aktivit, ale i důsledný a reálný marketing bude i nadále důležitým trendem, který bude spolurozhodovat, jak budou autobusy v budoucnu koncipovány. Na první pohled se to nemusí zdát, ale jeho kvalita má na určování vývojových trendů velký vliv. Požadavky zákazníka a jejich přeměna ve skutečnost plní pokladny firem. Musí ovšem dojít k poznání, že smysl uspokojování potřeb zákazníka není pouze v drahých, pokrokových a dobře prezentovatelných řešeních. Z nedávné historie jsou známé příklady, že autobusové firmy šly ve vývoji jiným směrem, než by zákazník požadoval. Bylo to v nedávné minulosti, kdy DP Praha a Dopravní podnik Plzeň vyřazovaly staré kloubové „Karosy“. Překvapivě, vyvstaly z jejich strany požadavky na nahrazení těchto autobusů levnými a jednoduchými, ale modernějšími autobusy stejné koncepce a užitných vlastností. Nechtěly drahé nízkopodlažní speciály, které v daném počtu

měly, ale jednoduchý levný kloubový autobus, s jedním vnitřním nástupním schodem. V té době žádný známý výrobce takový produkt neměl. Kolik takových zákazníků by bylo v ČR, v Evropě, Rusku, Jižní Americe, Africe, kde kupní síla a nutnost není zatím taková, aby bylo nutné nakupovat drahé a technologicky vyspělé speciály? Takto rozdílné regiony budou ve světě i v budoucnu.

Tempo vývoje je dáno přímo úměrně i konkurenčnímu boji. Proto poznání schopností konkurentů bude stále nutnější nejenom pro udržení kroku s tempem vývoje. Stále více se bude věnovat analýze a třeba i testování výrobků hlavních konkurentů v podobném duchu jako je to dnes u významných automobilek.

6.3 Využití výkonu motoru pouze pro pohon vozidel

V současné době spalovací motory dopravních prostředků neslouží výhradně pro jejich pohon, ale také pro výrobu elektrické energie sloužící k napájení palubních systémů vozidel, pohon kompresoru pro výrobu stlačeného vzduchu brzdové soustavy, pohon klimatizačního kompresoru a pohon olejového čerpadla okruhu servořízení. Tyto připojené komponenty snižují výkon motoru, respektive o to větší výkon motor musí mít. Jako výhodná může být myšlenka, některá tato přídatná zařízení napájet jiným druhem energie. Na střechu autobusu mohou být umístěny fotovoltaické články a v prostorech nad předními a zadními koly u turistických autobusů mohou vzniknout prostory pro umístění baterií, které pojmu energii ze slunce nebo vzniklé rekuperací brzdě energie. Tato energie by potom mohla sloužit k pohonu výše uvedených přídatných komponentů. Výkon motoru by byl využit pouze pro samotný pohon vozidel a mohl by být nižší, což samozřejmě bude mít vliv na jeho složitost, hmotnost a spotřebu dodávaného paliva. Další výhodou může být fungování klimatizace stojícího vozidla, funkce řízení a brzd při nehodách nebo nefunkčním motoru.

6.4 Těsnější standardizace mezi autobusy a nákladními vozidly.

Toto bude také zásadní věc, protože vývoj náročnějších a složitějších řešení je finančně stále náročnější. Dá se předpokládat, že zůstane nejdynamičtější rozvoj právě těch autobusových výrobců, kteří se budou moci opřít o spolupráci se svými kolegy vyrábějícími nákladní a užitková vozidla. Nákladní vozidla nižší a střední řady jsou v podvozkových podskupinách hodně městským a linkovým autobusům podobná. Dlouhodobě je možno pozorovat tuto provázanost u švédského Volva. Tento výrobce po řadu let přichází se světovými novinkami a rychle je dokáže adaptovat i do autobusů kategorie Coach a poté i do

kategorie Bus. Za všechny mohou jmenovat zavedení bezpečnostního pásu řidiče, převodovku I-Shift vlastní konstrukce, nový systém dynamického řízení, systémy ABS/ASR a ESP.

6.5 Moderní technologie a postupy řízení výroby.

Protože složitost všech druhů autobusů a množství speciálních zákaznických řešení se bude zvyšovat, výrobci budou muset reagovat na tento trend stále důsledněji. Výroba se bude stále více podobat takové, kterou známe z automobilek, kde je o hodně vyšší sériovost. Dávno jsou doby, kdy se na výrobních linkách stavěly autobusy, které lišilo jen málo detailů. Nyní je každý jiný a to nejenom různým stupněm výbavy, ale i délkou a typem autobusu. To vše na jedné výrobní lince, kde si s tím výrobní dělníci, technici a technologové musí poradit a to co nejefektivněji. Cena vyrobeného vozidla bude vždy nejdůležitější konkurenční parametr. To bude klást stále vyšší nároky na odbornou kvalitu personálu těchto linek. Již v současné době se zvyšuje počet pracujících robotů v kritických provozech. Těmi jsou svařovna, lakovna, dělení tyčového materiálu a plechů v prvovýrobě. Stroj má na těchto místech výhodu v tom, že mu nevadí zdraví nebezpečné prostředí, při správném naprogramování dělá jeden úkon jako druhý a při velice rychlé změně programu dělá stejně kvalitně jinou práci. Počet operací prováděné roboty se bude zvyšovat. Vhodné bude lepit boční zasklení, přední i zadní sklo. Montovat se mohou s jejich pomocí i kola na nápravy.

To ale samo o sobě nepůjde bez kvalitní organizace jednotlivých úkonů. Budou se přebírat co nejpodobnější organizační systémy z automobilek a jiných druhů výroby, kterým se ta autobusová bude stále více podobat. Systém řízení výroby WCM (World Class Manufacturing), který byl v minulosti vymyšlen původně pro japonskou automobilku Toyota, se nyní začíná aplikovat na autobusovou výrobu v Ivecu Cz. To, že zvolená cesta může být úspěšná pro tak specifickou výrobu, dokazuje nedávný zisk bronzového ocenění ve zvládnutí systému výroby pomocí systému řízení WCM pro výrobní závod Iveco ve Vysokém Mýtě.

Vždy bude ale nejdůležitějším článkem člověk. Kvalitní, svědomitý, odborně zdatný, hrdý a firmě oddaný odborník. K tomu dopomůže návrat k tomu, co už zde dříve bylo a výborně fungovalo. Tím je systém výchovy mladých lidí v učilištích a středních i vysokých školách na základě firemních požadavků. Vždyť ve východočeském kraji působí dva z důležitých evropských výrobců autobusů Iveco Bus a SOR. Bylo by určitě výhodné pro tyto výrobce a střední technické školy v regionu i Univerzitu Pardubice zaměřit svoji výuku na výchovu specialistů v různých oborech specifické autobusové konstrukce a výroby.

6.6 Délky autobusů.

Je praxí ověřeno, že pro použití dvounápravové koncepce je maximální délkou autobusu 13m. U těch nad tuto hranici již delší dobu výrobci řeší, zdali je výhodnější používat kloubové autobusy s délkou 18m nebo je nahradit autobusy s délkou 15m. Kapacitou přepravených sedících cestujících jsou zhruba srovnatelné. Argumenty pro kloubové provedení jsou, lepší manévrování, hlavně v městských nebo horských aglomeracích a větší počet stojících osob. Proti hovoří hlavně vyšší hmotnost, technická náročnost provedení kloubu a spojení předního a zadního vozu. Díky celkové hmotnosti musí mít takový autobus druhou a třetí nápravu opatřenou dvoumontáží. To přináší větší spotřebu paliva kvůli většímu valivému odporu a zvýšené hmotnosti. Pro autobusy s délkou 15m jsou argumenty, nižší hmotnost, menší složitost z pohledu náprav a jejich řízení. Pro zlepšení manévrování je použit systém přiřizování třetí nápravy. Tato náprava je shodná s první říditelnou nápravou, je otočena o 180° a umístěna za druhou hnanou nápravou. Osazena je oproti kloubovému provedení pouze dvěma koly. To přináší nižší hmotnost a menší valivý odpor. Nedostatkem je hlavně horší manévrování a větší náročnost a zkušenosti při řízení.

Trendem v této oblasti bude větší využívání kloubových autobusů v centrech a aglomeracích velkých měst. V menší míře se mohou objevit autobusy s více než jedním kloubem, ale to už by mělo být používáno v souladu se systémy BRT. Už dříve byly testovány v podobě prototypu autobusu firmy Renault a nyní je testují švédské Volvo a holandský VDL. Zatím se výrazněji neprosadily.

Autobusy s délkou 15m se zase budou konstruovat pro provoz na přímějších a hlavně dálničních úsecích. Tím, se velice sníží nevýhoda horšího manévrování. Jejich provoz by se mohl zefektivnit a zrychlit použitím speciálních pruhů na vozovce. Ty se v budoucnu plánují pro kamiony, aby se oddělily od stále houstnoucí přepravy osobními vozy. Takto konstruované autobusy budou mít větší uplatnění pro meziměstskou a mezinárodní dálkovou přepravu osob.

6.7 Pracoviště řidiče.

Trendem v této oblasti bude důslednější a poté úplné oddělení pracovního prostoru řidiče městského autobusu. V budoucnu se může aplikovat tento přístup i na pracoviště řidiče jezdícího regionální dopravu a možná i řidiče dálkového autobusu. U některých výrobců je tento přístup k vidění už nyní, ale postupně tato aplikace může být používána u stále více výrobců. Z pohledu řidiče městského autobusu a charakteru jízdy bude nejlepší ho úplně

oddělit od cestujících a umístit jeho sedačku do podélné osy vozu. Přispěje to hlavně k většímu soustředění na jízdu, snížení počtu dopravních nehod způsobených autobusy a vlastní ochraně osoby řidiče. Zlepší se výhled z vozidla, hlavně na pravou stranu, který při současné koncepci není vůbec možný v dopravních špičkách, kdy jsou lidé natlačeni až skoro na přední sklo. V závislosti na vývoji a nahrazování mechanických řešení elektronickými, řidič jednou může mít k dispozici vlastní přístup do vozidla např. předním panelem a o dění okolo vozidla a v prostoru pro cestující bude informován pouze z kamerových systémů. Krytí jeho pracovního prostoru musí odolat napadení. V městském provozu není vůbec nutné, aby měl řidič kontakt s cestujícími. Prodej jízdenek funguje na bázi prodejních automatů a telefonických SMS. U městských autobusů je toto řešení o to zajímavější, protože umístění řidiče v podélné ose vozu umožňuje zajímavou věc. Tou je posunutí předních kol co nejbližší předku vozu. Nezávislé zavěšení, které se stále více prosazuje, takovou modifikaci také umožňuje. Potom se zvětší rovná plošina pro cestující a zmizí přední podběhy, které jednoznačně zhoršují pohyb v současných autobusech ve špičkách.

Dalším trendem bude zvyšování pasivní ochrany řidiče během provozu a zařazování systémů aktivní bezpečnosti a systémů, které řidiči pomohou se co nejvíce soustředit na jízdu. V budoucnu budou autobusy jezdící mezi městy, nebo po dálnicích vybavené systémy ochrany pomocí airbagů. Stále více výrobců linkových a dálkových autobusů začne řidiče chránit i zvýšením odolnosti přední části autobusu a předního panelu proti čelnímu nárazu, jako jsme tomu svědky u osobních automobilů. Prvním, který se tímto problémem začal zabývat je německý Evobus, který používá v přední části současného autokaru Travego deformační systém přední části v případě nárazu - Front Collision Guard.

Důležitým prvkem bude i povinné vybavení alkoholtestery, které budou napojeny na elektronický systém vozidla. Nastartování vozidla bude umožněno pouze po použití alkoholtesteru a naměřené nulové hladině alkoholu v krvi.

6.8 Prostor pro cestující.

Důsledky nehod autobusů bývají vždy fatální nejenom pro řidiče, ale i díky množství cestujících na jeho palubě se bohužel zvyšuje procento těch, kteří se zraní nebo zemřou. Důraz bude kladen na lehkou, jednoduchou a přitom pevnou konstrukci všech panelů, které odolají převrácení vozidla a nárazům ze všech jeho stran a zvýší ochranu cestujících při dopravních nehodách. Ti musí mít i dobrý pocit z prostoru, kde se nachází třeba i krátkodobě. Jeho prosvětlení, použité materiály v odolném provedení, snadný nástup a výstup, snadný

přístup ke všem sedadlům, prostory pro osoby s jakýmkoli postižením, staré lidi a maminky s kočárky nebo malými dětmi bude pokračujícím trendem a stále žádanějším konkurenčním parametrem. Proto je velmi pravděpodobné také prosazování autobusů s bezbariérovým nástupem a výstupem i pro klasickou linkovou a meziměstskou dopravu. Autobusy koncepce Low Entry, která vznikla v polovině devadesátých let dvacátého století na severu Evropy ve Švédsku má stále vysoký potenciál. Tím že zmizí ve velké části autobusu jakékoli schody a překážky, se stane pro kohokoli přístupnější a lépe využitelným. Ještě dlouhou dobu žádný další dopravní prostředek nebude moci takového komfortu dosáhnout a cestujícím ho nabídnout. Vývoj bude probíhat směrem k zavádění vnitřních kamerových systému monitorujících dění v prostoru cestujících, informačních systému a reklamních panelů na bázi LED technologií s nízkou spotřebou energie.

U autobusů dálkové, turistické a mezinárodní dopravy bude trendem nabídka stále pohodlnějších polohovatelných sedadel. Ideální tepelný komfort zajištěný v závislosti na venkovní teplotě pokročilými klimatizačními jednotkami s funkcí topení, nebo i tepelnými čerpadly. Sedadlo před cestujícím, nebo mezistěna v místě, kde již sedadlo není, bude umožňovat zástavbu Airbagu, LED monitoru. Bezdrátový přístup k internetu a zásuvky na 230 V budou standardem.

6.9 Zadní část – motorový prostor

Významným trendem bude vyřešení zástavby nových komponentů pohonu. Zvláště u městských autobusů. Pro zvětšení rovné plochy v prostoru pro cestující se bude stále více posunovat zadní náprava směrem k zadní části autobusu. To sebou ponese nutnost jinak zastavět poháněcí agregát a aplikovat i jiný způsob mechanického spojení převodovky se zadní poháněnou nápravou. To platí pro klasický i hybridní model pohonu. Při pohonu elektromotory v kolech bude toto spojení jednodušší díky propojení elektrickými vodiči.

6.10 V hlavní roli střecha

Dalším pokračujícím trendem budou změny v konstrukci střešního panelu. Ten začíná být velice důležitým místem hlavně u městského autobusu. Dříve byl standardní částí kostry, vybaven ventilačním systémem a na přání modulem klimatizace. S přechodem na koncepci LF přebírá důležitou část tuhosti skeletu, protože ve spodní nízkopodlažní části nezbývá prostor a veškerá nová výbava, kterou si žádají nové pohonné koncepce, nacházejí své místo právě na střeše. Jedná se o baterie, ultrakapacitory, jejich chladicí jednotky, konstrukce s pantografy pro plug-in dobíjení individuální ventilační jednotky řidiče a jejich případné zakrytí. Toto vše sebou ponese stále vyšší nároky na konstrukci a pevnost tohoto panelu, ale i

na správnou konstrukci připojovacích míst k ostatním dílům skeletu. Nevýhodou této koncepce je zvýšení těžiště autobusu.

6.11 Autobusové dopravní systémy pro aglomerace velkých měst.

Toto je trend, od kterého lze očekávat výraznou dynamiku v budoucím období. BRT systémy budou stále výrazněji konkurovat na teritoriích velkých měst klasickému velkokapacitnímu dopravnímu prostředku, kterým je metro. Zde bude těžiště vývoje a odtud budou čerpat autobusy kategorie Bus nová a pokroková řešení. Budou doplňovat BRT v okrajových částech měst, nebo v centrech a turistických místech, kam už nebude efektivní speciální dopravní systém zavádět. Tento systém, aby mohl nabízet stále větší kapacitu a zkracování zastávkových intervalů, bude využívat speciální pruhy, nebo speciálně pro něj postavené koridory, které budou propojovat důležitá obchodní, kulturní, sportovní místa, ale i letiště, nádraží vlakové dopravy a autobusové vnitrostátní a mezinárodní dopravy. Spíše budou vznikat v místech, kde neexistuje metro a z ekonomických důvodů bude výhodnější BRT vybudovat. K zemím jižní a střední Ameriky se budou přidávat dobře se vyvíjející ekonomiky v Asii a bohaté země na teritoriu Afrického kontinentu. V Evropě a severní Americe dynamičtější zavádění nebude s výše jmenovanými aglomeracemi srovnatelné.

6.12 Použité materiály a zvyšování užitečného zatížení.

Zvyšování recyklovatelnosti materiálů bude stále nutnější. Stále více bude klesat využívání přírodních zdrojů, kvůli jejich vytěžování. Jako příklad se dá použít výroba plastů, která je závislá na ropě. Čím více plastových dílů recyklujeme, tím více ropy nám bude zbývat pro její přeměnu na benzín a naftu, kterou budeme muset jako lidstvo využívat stále více jen jako zdroj energie pohybu všech dopravních prostředků. Zvyšování užitečného zatížení bude v každé době jednoznačným trendem, protože je jedním ze základních prvků v práci konstruktérů. Je to jedna ze základních věcí konkurenčního boje, převést více lidí, více nákladu za ekonomicky nižších nebo srovnatelných podmínek. Protože jak je uvedeno na jiném místě, jedním z trendů je a bude zavádění hybridního pohonu, nebo popřípadě elektropohonu. Je tedy jasné, že ukládání elektrické energie a její dlouhodobé uchování v závislosti na teplotě, bude zásadní problém budoucnosti. Nejenom, že se budou vyvíjet nové generace baterií a ultrakapacitorů, ale v důsledku jejich zatím větší hmotnosti se budou muset ostatní části a komponenty odlehčovat. Ale protože vývoj v oblasti snižování hmotnosti a zvyšování kapacity zásobníků energie je náročný jak finančně tak i technicky, budou konstruktéři neustále nuceni hledat jiná řešení a používat oceli s vyšší pevností, pevné

kompozitní materiály, hliník a sendvičové konstrukce. Americký výrobce NABI ve své pobočce v Maďarsku vyrábí celokompozitní karoserie autobusů, tzv. tubusy. Jejich nízká hmotnost umožňuje zástavbu složitějších a na hmotnost náročnějších hybridních pohonných systémů.

Proto SOR a Solaris v minulosti začínal pouze klasickými elektrobusy s délkou kratší než je standartních 12m u verzí s dieselovým pohonem. Vývoj ovšem pokračuje dál a v letošním roce Solaris a výrobci z Číny (BYD a YTP) představují klasický elektrobus už s délkou 12m.

6.13 Vliv autobusové dopravy na její okolí.

Jednoznačným cílem bude i nadále stále větší ohleduplnost k životnímu prostředí a to nejenom volbou použitého pohonu, ale i způsobem, jakým energii použitou k pohonu vyrobíme. Můžeme doufat, že lidstvo přehodnotí současný trend v pěstování speciálních rostlin pro jejich další přeměnu v aditiva, popřípadě paliva do dopravních prostředků. Tyto plochy musí být uchráněny a použity hlavně na to, aby uživily stále vzrůstající počet obyvatel planety. Přínosem může být získávání energie procesem přísně ekologického spalování odpadu, kterého lidstvo do budoucna bude produkovat stále více. To sebou samozřejmě ponese důraz na recyklaci odpadu. Část bude použita dál ve vlastní výrobě a zbylá část musí být co nejvíce přeměněna na něco užitečného. A bylo by rozumné, aby to byla třeba energie, která se bude dát použít k čemukoli, včetně pohonu. V poslední době hodně zmiňovaným fenoménem je hluk a jeho škodlivé limity. Se stoupajícím objemem lidské činnosti obecně hladina hluku bude stoupat. Například pokud bude použita sériová hybridní technologie pohonu, pak odstranění klasické zadní nápravy a její nahrazení tuhou nápravou nové koncepce s elektromotory v nábojích kol, přinese zásadní snížení hlučnosti. Taková konstrukce navíc neznečišťuje životní prostředí unikajícím olejem jako je tomu u prvků současně používaných kinematických řetězců. Snížení hluku a jízdního odporu přináší i použití dvou širokých pneumatik (Supersingle) na hnané nápravě, místo klasických čtyř (dvě dvoumontáže). Navíc takto koncipovaná zadní náprava díky své kompaktnosti zabere méně místa ve voze a to se dá využít na zvětšení plochy pro cestující. V denních a zvláště pak v nočních hodinách přispěje ke snížení hlučnosti v centru velkých měst pouze provoz autobusů s pohonem palivovým článkem, elektrobusů nebo trolejbusů.

6.14 Shrnutí

Během dlouhodobého studia této problematiky je jasné, že rozdíl mezi kategorií Bus a Coach se budou zvětšovat. Díky stále větší specializaci může dojít i na vznik třetí speciální kategorie a tou bude Intercity – Linková vozidla.

V kategorii Bus půjde o městské speciály, kde základ bude tvořit co největší rovná plošina pro přepravu cestujících tvarem připomínající krabici a malými koly v rozích karoserie, protože v tomto segmentu se podřídí neefektivní význam designu a aerodynamiky vozidla, funkčnosti a jednoduchosti. Důraz bude dán na nízkou hmotnost, jednoduchost a odolnost použitých řešení.

V kategorii Coach naopak půjde o aerodynamicky funkční a designově pohledná vozidla. Vnitřní prostor směrem od segmentu Intercity k verzím HDH bude příjemnější, útulnější, prosvětlenější a bude cestujícím poskytovat co nejvíce pohodlí a komfortu pro cestování na dlouhé vzdálenosti.

Nesporné je, že hlavním bodem vývoje stále bude systém pohonu a jeho zdroj energie. V současné době se připravují městská vozidla, která v sobě kombinují více druhů pohonu, což má za následek složitost, tím zvýšené nároky na spolehlivost, vyšší hmotnost, nároky na infrastrukturu a výrobu energie tou co nejekologičtější cestou. Přesto se dá předpokládat, že vývoj se po poznání zbytečné složitosti a skryté neekologičnosti, které současné a připravované koncepce skrývají, vrátí k hledání jednoho typu paliva jako hlavního zdroje energie. To musí být stoprocentně ekologické včetně jeho výroby. Skladování na palubě bude jednoduché a bezpečné, stejně jako jeho přeměna na energii, která otočí koly. To je cíl kam se musí vývoj dostat. Uvidíme, jak dlouhá bude tato cesta.

7 ZÁVĚR

Tématika autobusové dopravy, jejího efektivního fungování, současného a budoucího vlivu na stav prostředí, ve kterém žijeme, je velice důležitá. Hlavně ale pro ty, kteří na vývoji a výrobě těchto dopravních prostředků pracují, kteří tyto produkty provozují a kteří dopravu financují. Ti musí svým přístupem, zkušenostmi a odvahou řešit náročné úkoly, takové výrobky, splňující stále náročnější parametry, připravit a zavádět do provozu. Z přecházejících řádků je zřejmé, že některé z uvedených trendů se mohou stát v budoucnu naší stále důležitější prioritou a některé z nich budou důsledněji rozpracovávány v budoucnosti. Blízké i vzdálené. Je samozřejmé, že některé trendy v práci zmiňované nenaleznou pochopení pro realizaci, nebo některé se v průběhu dalšího rozpracovávání ukážou jako nereálné, ale i bez nich si žádný vývoj neumíme představit. V historii bychom pro toho tvrzení našli mnoho příkladů. Proto je nutné zdůraznit, že název tohoto odstavce „Závěr“ je jen slohovou nutností, nikoli závěrem ve smyslu, že by nebylo dále o čem psát. Třeba již zítra budeme mít informace, o které by stálo tuto práci obohatit. Pokud okolnosti dovolí, určitě by bylo užitečné na tuto práci navázat a detailněji popsat některý ze zajímavých vývojových trendů v diplomové práci.

8 POUŽITÁ LITERATURA

Seznam bibliografických citací

1. Blue Corridor Rallye vozů na zemní plyn projede devět zemí. *cngplus*. [Online] [Citace: 16. 11 2013.] <http://www.cngplus.cz/blue-corridor-rallye-vozu-na-zemni-plyn-projede-devet-zemi.html>.
2. JUBILEUM: Autobus jako silniční motorové vozidlo vyjel poprvé už před 210 lety . *Busportal*. [Online] [Citace: 17. 11 2013.] <http://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=10614&secid=7>.
3. Bus Laurin&Klement s logem Škoda. *autokaleidoskop*. [Online] [Citace: 15. 11 2013.] <http://www.autokaleidoskop.cz/Historie/Bus-Laurin-Klement-s-logem-Skoda/>.
4. Fotografie Archivní fondy firmy J.Sodomka, Karosa a.s. a Okresního muzea ve Vysokém Mýtě. Fotografie. *Sto let výroby karosérií ve Vysokém Mýtě*. Vysoké Mýto : Karosa a.s., 1995. První.
5. Industrial, Iveco a CHN. Iveco Irisbus. [Online] [Citace: 24. 11 2013.] http://web.iveco.com/czech/produkty/pages/irisbus-městské_autobusy.aspx.
6. Fotografie. *Google*. [Online] [Citace: 15. 10 2013.] http://www.transbus.org/construc/irisbus_citelis12hybrid_demo.jpg.
7. Fotografie. *Google*. [Online] [Citace: 15. 10 2013.] http://www.modellbus.info/bw11_irisbus4.jpg.
8. Fotografie. *Google*. [Online] [Citace: 14. 10 2013.] <http://images.caradisiac.com/logos/3/6/4/5/103645/S7-Bus-hybride-le-nouveau-Concept-HYNOVIS-teste-dans-la-capitale-6562.jpg>.
9. Cervantes, Valéry a Iveco, Irisbus. Citelis articulé GNV Hybride Hydraulique: Ademe. *Ademe*. [Online] 07. 03 2011. [Citace: 10. 11 2013.] <https://www.google.cz/#q=citelis+articul%C3%A9+GNV+Hybride+Hydraulique>.
10. -krš-. Všechna kola řízená. *AutoProfi*. 2008, 9.
11. Alibeu, Séverine. Bus hybride : le nouveau Concept HYNOVIS testé dans la capitale. *Caradisiac*. [Online] 05. 02 2010. [Citace: 10. 11 2013.] <http://www.caradisiac.com/Bus-hybride-le-nouveau-Concept-HYNOVIS-teste-dans-la-capitale-6562.htm>.
12. Fotografie. *Google*. [Online] [Citace: 12. 10 2013.] http://www.busworld.org/cache/th_NIEUWS_172_700_500_foto_sys_Afbeeldingen_Afbeelding_157.jpg.
13. Fotografie. *Google*. [Online] [Citace: 18. 10 2013.] <http://www.modellbus.info/ind13%20urbanway0.jpg>.
14. Fotografie. *Bus Portal*. [Online] [Citace: 18. 10 2013.] http://www.busportal.cz/images/stories/2004/872_1-654.jpg.
15. Fotografie. *autobusovenoviny*. [Online] [Citace: 12. 10 2013.] <http://www.autobusovenoviny.cz/image/3746/.jpg>.
16. Fotografie. *autobusovenoviny*. [Online] [Citace: 12. 10 2013.] <http://www.autobusovenoviny.cz/image/3747/.jpg>.
17. Fotografie. *busworld*. [Online] [Citace: 13. 10 2013.] http://www.busworld.org/cache/th_NIEUWS_1068_700_500_foto_sys_Afbeeldingen_Afbeelding_861.jpg.
18. Volvo. Volvo busses. [Online] [Citace: 24. 11 2013.] http://www.volvobuses.com/bus/global/en-gb/Pages/home_new.aspx.
19. Fotografie. *allaboutbuses*. [Online] [Citace: 15. 10 2013.] <http://allaboutbuses.files.wordpress.com/2008/09/vcbc.jpg>.

20. dabra. Autobus Volvo 7700 Hybrid. Předserie v roce 2009, sériová výroba v roce 2010. *Busportal*. [Online] [Citace: 28. 09 2013.]
<http://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=5286>.
21. Fotografie. *allaboutbuses*. [Online] [Citace: 15. 10 2013.]
<http://allaboutbuses.files.wordpress.com/2008/09/vcbb.jpg>.
22. Fotografie. *volvobuses*. [Online] [Citace: 15. 10 2013.]
<http://www.volvobuses.com/bus/germany/de-de/products/uberlandbusse/Volvo-8900/PublishingImages/volvo8900.jpg>.
23. Scania. Autobusy. *Scania Česká Republika*. [Online] 2009. [Citace: 24. 11 2013.]
<http://www.scania.cz/buses-coaches/>.
24. Fotografie. *Scania*. [Online] [Citace: 20. 10 2013.]
http://www.scania.com/_system/img/highres/81153_highres_07414-004.jpg.
25. Horský, Ondřej. Scania a budoucnost MHD. *AutoProfí*. 2007, 7/8.
26. Fotografie. *scanianewsroom*. [Online] [Citace: 20. 10 2013.]
<http://www.scanianewsroom.com/files/2009/10/Scania-Hybrid-Concept.gif>.
27. Fotografie. *busportal*. [Online] [Citace: 22. 10 2013.]
http://www.busportal.cz/images/stories/2011/8508_xxx.jpg.
28. s.r.o., SOR Libchavy. SOR. [Online] [Citace: 24. 11 2013.]
<http://www.sor.cz/site/index.php>.
29. Fotografie. *busportal*. [Online] [Citace: 21. 10 2013.]
http://www.busportal.cz/images/stories/2012/9732-9698_nbh.jpg.
30. Paralelní hybridní technologie společnosti Allison v hybridu SOR NBH 18. *BUSportal*. [Online] 05. červen 2010. [Citace: 07. duben 2013.]
<http://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=7640>.
31. Fotografie, novak. Hybridní autobus SOR NBH 18 v Praze do třetice - interiér . *Busportal*. [Online] [Citace: 22. 10 2013.]
http://www.busportal.cz/images/stories/2011/8422_novak_otvor.jpg.
32. Fotografie. *busportal*. [Online] [Citace: 26. 10 2013.]
http://www.busportal.cz/images/stories/2013/11218_DSC08573.jpg.
33. SOR EBN 10,5. *wikipedia.cz*. [Online] [Citace: 17. 11 2013.]
http://cs.wikipedia.org/wiki/SOR_EBN_10,5.
34. Fotografie. *izdoprava*. [Online] [Citace: 27. 10 2013.] http://www.izdoprava.cz/wp-content/uploads/foto_4-elektrobus_SOR_EBN_9_5.jpg.
35. Fotografie. *farm6*. [Online] [Citace: 27. 10 2013.]
http://farm6.staticflickr.com/5206/5377325470_d909a9d50d_z.jpg.
36. Bohemia, EvoBus. Daimler, EvoBus Bohemia. [Online] [Citace: 24. 11 2013.]
<http://www.evobus.cz/>.
37. Fotografie. *busportal*. [Online] [Citace: 11. 11 2013.]
http://www.busportal.cz/images/stories/2009/6319_bDSC01528.jpg.
38. -krš-. Palivové články v busu. *AutoProfí*. 2009, 6.
39. Fotografie. *mercedes-benz*. [Online] [Citace: 29. 10 2013.] http://www.mercedes-benz.com.cy/content/media_library/hq/hq_mpc_reference_site/bus_ng/busses_world/whats_new/news_2012/iaa_2012/citaro_iaa_2012_715x280.object-Single-MEDIA.tmp/citaro_iaa_2012_euro_6.jpg.
40. Fotografie. *buspress*. [Online] [Citace: 29. 10 2013.] <http://www.buspress.cz/wp-content/uploads/2013/07/SETRA-500-TOP-CLASS-3.jpg>.
41. S.A., Solaris Bus&Coach. Busmania. *Solaris*. [Online] [Citace: 24. 11 2013.]
<http://www.solarisbus.com/busmania/>.
42. Fotografie. *busportal*. [Online] [Citace: 28. 10 2013.]
http://www.busportal.sk/images/stories/2010/6535-7381_DSC06681.jpg.

43. Fotografie. *busportal*. [Online] [Citace: 29. 10 2013.]
http://www.busportal.sk/images/stories/2010/6535-7381_apre3a.jpg
[http://www.busportal.sk/images/stories/2010/6535-7381_apre4.jpg]
44. dabra. Solaris a Eaton představili městský autobus Solaris Urbino 12 Hybrid .
busportal.cz. [Online] 21. 03 2010. [Citace: 26. 10 2013.]
<http://www.busportal.cz/modules.php?name=article&sid=7381..>
45. Fotografie. *busportal*. [Online] [Citace: 29. 10 2013.]
http://www.busportal.sk/images/stories/2010/6535-7381_DSC06709.jpg.
46. Fotografie. *img1*. [Online] <http://img1.eurotransport.de/Solaris-Interurbino-19-fotoshowImageNew-85c7f358-182122.jpg>.
47. Truck&Bus, Man. NEOPLAN. [Online] [Citace: 24. 11 2013.] <http://www.neoplan-bus.com/cms/en/home.html>.
48. Truck&Bus, MAN. MAN Bus - autobusy pro business. [Online] [Citace: 24. 11 2013.]
http://www.mantruckandbus.cz/cz/autobusy/MAN_Bus_-_autobusy_pro_business.html.
49. Fotografie. *buspress*. [Online] [Citace: 30. 10 2013.] <http://www.buspress.cz/wp-content/uploads/2013/08/MAN-Lions-City-Hybrid-2-Paris.jpg>.
50. Fotografie. *carsbase*. [Online] [Citace: 31. 10 2013.]
http://www.carsbase.com/photo/Neoplan-Starliner_mp608_pic_38528.jpg.
51. Bus&Coach, VDL. VDL. [Online] [Citace: 24. 11 2013.] <http://www.vdlbuscoach.com/>.
52. —. Citea Light Low Entry. *vdlbuscoach.com*. [Online] [Citace: 12. 11 2013.]
<http://www.vdlbuscoach.com/Producten/Openbaar-vervoer/Citea/Citea-range/Citea-LLE.aspx>.
53. Fotografie. *vdlbuscoach*. [Online] [Citace: 31. 10 2013.]
<http://www.vdlbuscoach.com/vdlBusCoach/media/vdlbuscoach/Openbaar%20vervoer/Citea/Citea-SLF-BotY.JPG>.
54. Bus&Coach, VDL. Převážná kapacita. *vdlbuscoach.com*. [Online] [Citace: 13. 11 2013.]
<http://www.vdlbuscoach.com/Producten/Openbaar-vervoer/Phileas/Vervoerscapaciteit.aspx>.
55. Fotografie. *busportal*. [Online] [Citace: 31. 10 2013.]
http://www.busportal.cz/images/stories/2006/2584_phileas1.jpg.
56. Fotografie. *busportal*. [Online] [Citace: 31. 10 2013.]
http://www.busportal.cz/images/stories/2010/8067_ccc.jpg.
57. Fotografie. *nalezeno*. [Online] [Citace: 30. 10 2013.]
<http://www.nazeleno.cz/Files/FckGallery/Nov%C3%BD%20objekt%20-%20WinRAR%20ZIP%>.
58. WikipediE. TriHyBus. *wikipedia.org*. [Online] [Citace: 12. 09 2013.]
<http://cs.wikipedia.org/wiki/TriHyBus>.
59. Fotografie. *sphotos*. [Online] [Citace: 31. 10 2013.] https://fbcdn-sphotos-e-a.akamaihd.net/hphotos-ak-frc3/981047_10151378288501525_1351645809_o.jpg.
60. Fotografie. *bus-bild*. [Online] [Citace: 30. 10 2013.] <http://www.bus-bild.de/1024/irisbus-iveco-crossway-de-la-90297.jpg> .
61. Pracovní skupina Energie, životní prostředí. Vize silniční dopravy v roce 2030. *TPSD; Technologická skupina - Silniční doprava*. [Online] 09.. listopad 2011. [Citace: 13.. říjen 2013.] <http://www.tpsd-ertrac.cz/file/vize-silnicni-dopravy-v-roce-2030-prac-skupina-3/>.
62. Štengl, Michal. Metan z větru. *Automobil Revue*. Business Media CZ. s.r.o., 2011, Sv. VII, 1.
63. Vokáč, Luděk. Bakterie E. coli krmená cukry umí vyrobit benzin. *auto.idnes.cz*. [Online] 13. 05 2013. [Citace: 10. 11 2013.] http://auto.idnes.cz/umele-vyrobeny-benzin-06n-/automoto.aspx?c=A130501_125003_automoto_vok.

64. Vyrábíme benzín ze vzduchu. *novinky.cz*. [Online] 09. 09 2012. [Citace: 10. 11 2013.] <http://www.novinky.cz/veda-skoly/282122-vyrabime-benzin-ze-vzduchu-pochlubili-se-britsti-inzenyri-a-nadchli-experty.html>.

9 PŘÍLOHY

Tabulka 1 - Parametry etap předpisu Euro

EU Emisní standards pro vznětové motory, g/kWh (kouřivost v m ⁻¹)								
Limit	Platnost	Test	CO	HC	NOx	PM	Kouřivost	
Euro I	1992, < 85 kW	ECE R-49	4.5	1.1	8.0	0.612		
	1992, > 85 kW		4.5	1.1	8.0	0.36		
Euro II	Říjen 1996		4.0	1.1	7.0	0.25		
	Říjen 1998		4.0	1.1	7.0	0.15		
Euro III	Říjen 1999 EEV pouze		ESC & ELR	1.0	0.25	2.0	0.02	0.15
	Říjen 2000			2.1	0.66	5.0	0.10 0.13*	0.8
Euro IV	Říjen 2005	1.5		0.46	3.5	0.02	0.5	
Euro V	Říjen 2008	1.5		0.46	2.0	0.02	0.5	
Euro VI	Leden 2013	1.5		0.13	0.4	0.01		

* pro motory se zdvihovým objemem menším než 0.75 dm³ na válec a otáčkami motoru více než 3,000 ot. /min. EEV je "Enhanced environmentally friendly vehicle".

Tabulka 2 - Vývoj používání paliv pro pohon (61)

Druh energie	2010	2015	2020	2025	2030
Motorová paliva z ropy	96,1	95,5	92,0	90,1	78,0
Plynná paliva	1,7	2,3	5,6	6,4	13,2
z toho vodík	0	0	0,1	0,2	0,8
Elektrická energie	2,2	2,2	2,4	3,4	8,8